

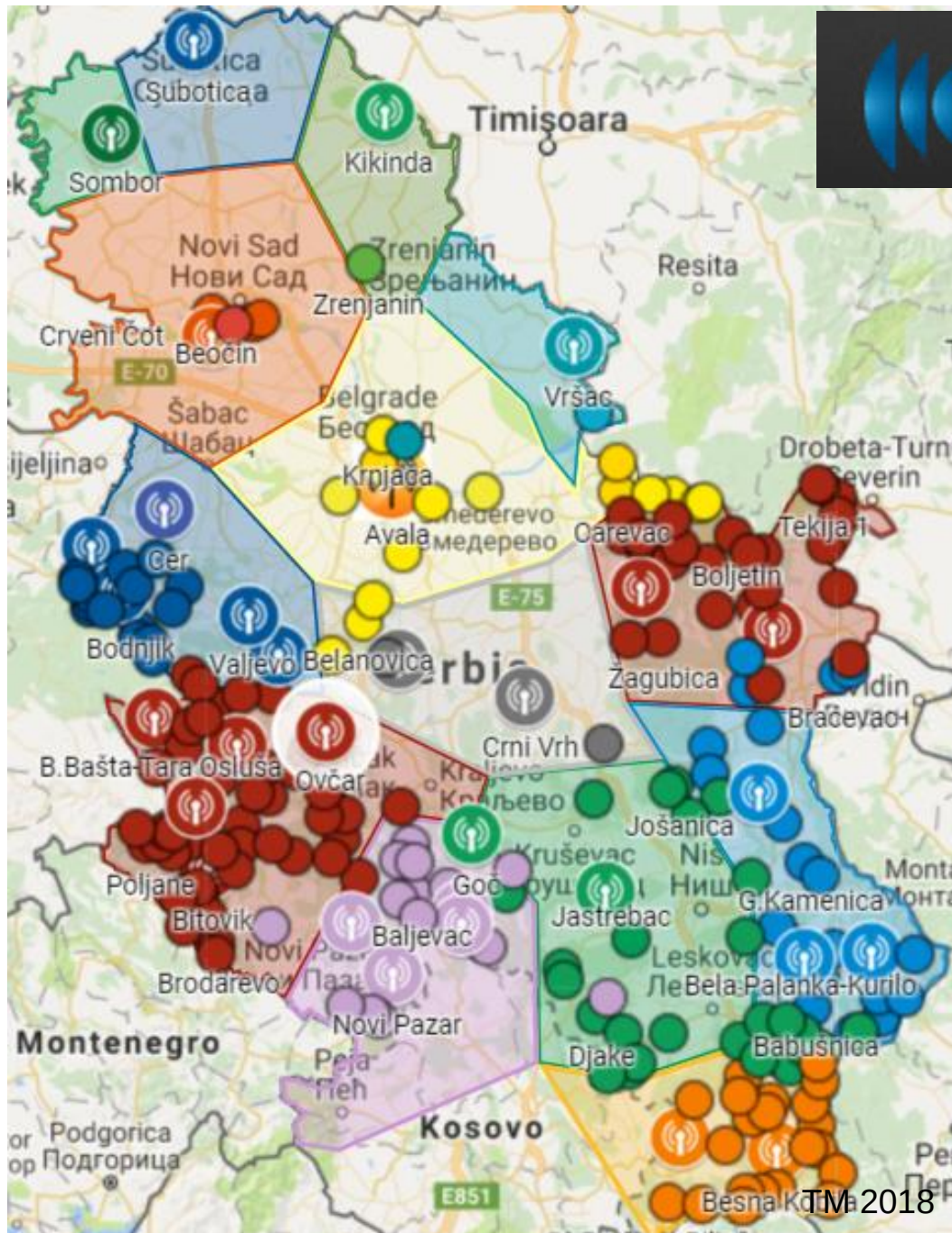


Telekomunikaciona merenja TM P10 2018

Profesor dr Miroslav Lutovac

"This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

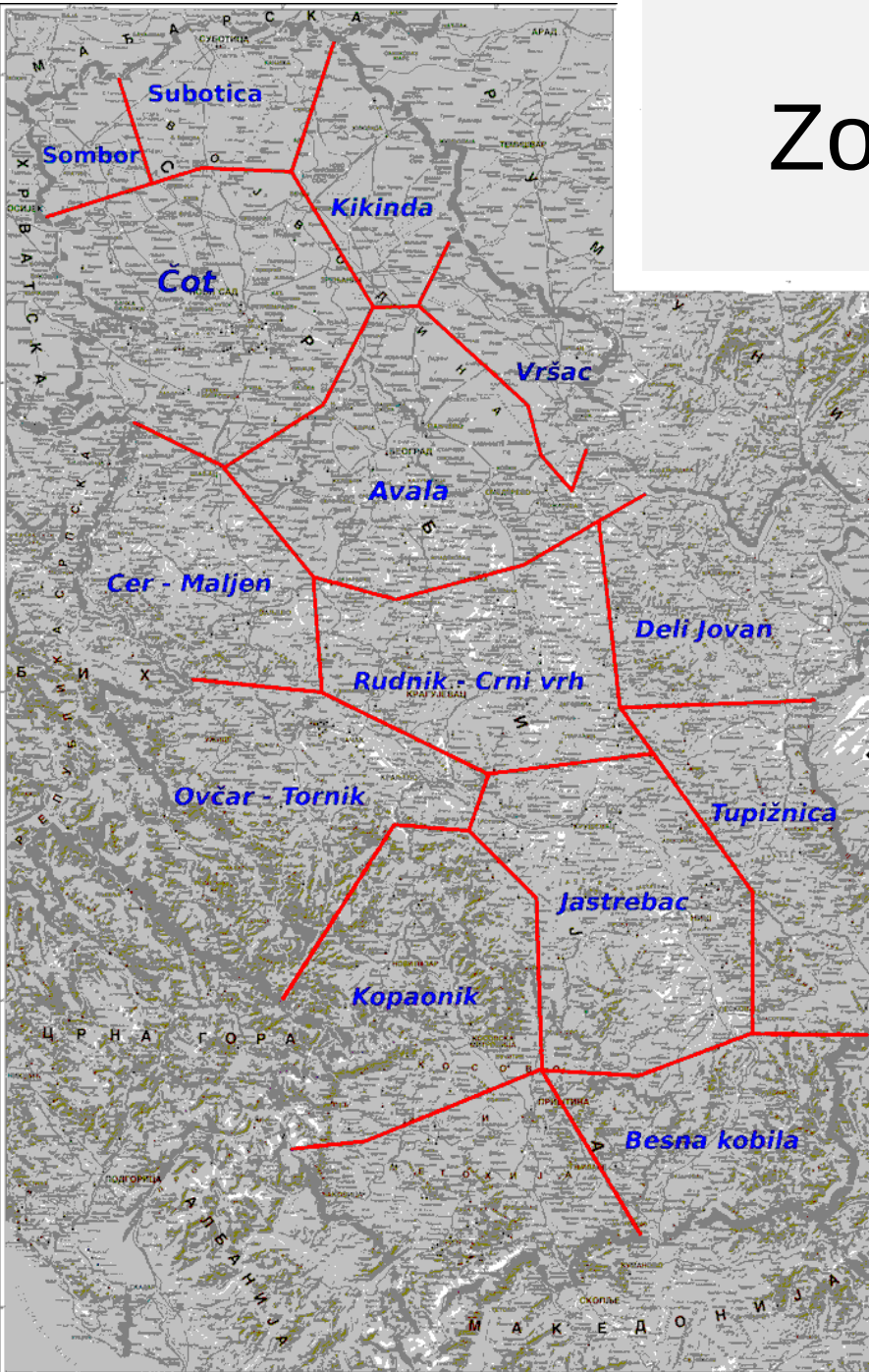
Emisiona Tehnika i Veze



Zone raspodele

Za digitalno emitovanje Srbija je podeljena na 15 regiona – Zona raspodele (*Allotment*), pozicioniranih oko predajnika velikih snaga. Svakoj Zoni dodeljeno je više frekvencijskih kanala. Svi predajnici u jednoj zoni koji emituju isti paket programa rade na istom kanalu (*SFN*). Iz tehničkih razloga, najmanja teritorija pokrivanja je Zona raspodele.

Podela na zone je tehnička i ne predstavlja zone pokrivanja. Digitalni signali svakako izlaze van granica zona na slici. Na granicama 2 zone je moguće da se prime i programi iz druge zone, a po negde je prijem moguć i iz više zona.



Digitalna mreža

- Tehnološki sistem koji omogućava da se formira paket od više televizijskih programa, da se taj paket prenese do svih predajnika u zoni sevisa i emituje u izabranom formatu. Svakoj zoni raspodele dodeljeno je nekoliko kanala – frekvencija, pa je moguće formirati i emitovati više paketa signala na jednoj teritoriji
- JP ETV - mrežu za emitovanje tri različita paketa signala – multipleksa.
- Pokrivenost stanovnika Srbije:
 1. Multipleks 98%
 2. Multipleks 97%
 3. Multipleks 97%

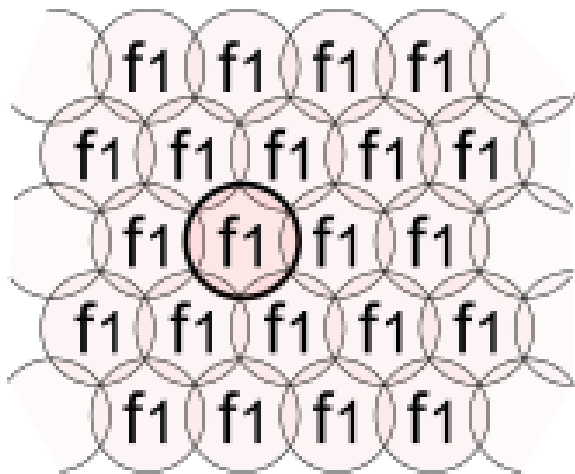
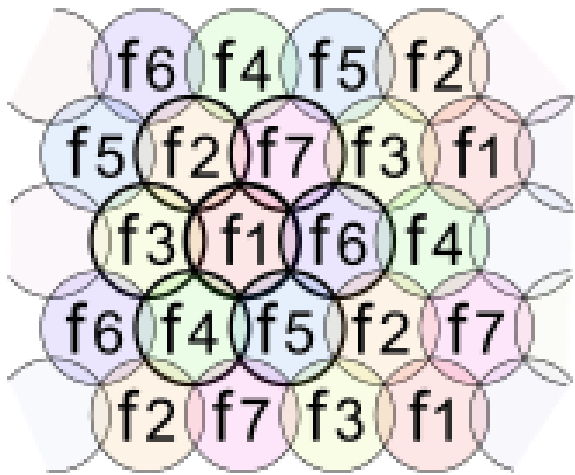
Digitalna mreža

- Sadržaj prvog multipleksa čine programi RTS i komercijalnih emitera koji imaju dozvole za nacionalno pokrivanje na celoj teritoriji Srbije + programi RTV
- Drugi multipleks se sastoji od programa lokalnih i regionalnih TV stanica po zonama raspodele
- Treći multipleks čini komercijalni programski paket sa uslovnim pristupom – Antena PLUS

Parametri digitalne mreže:

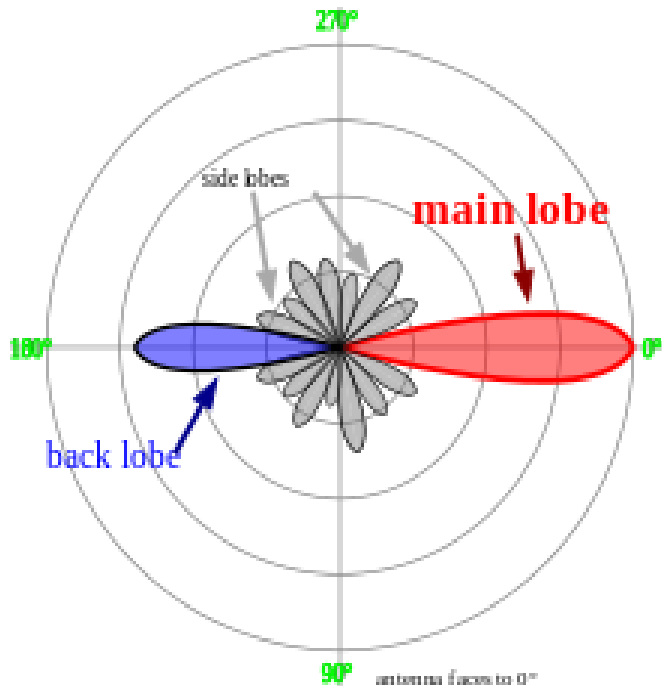
<i>Network type</i>	<i>SFN/MFN</i>
<i>Antenna system</i>	<i>SISO</i>
<i>PLP mode</i>	<i>Single</i>
<i>FFT size</i>	<i>32K</i>
<i>Carrier mode</i>	<i>Extended</i>
<i>Modulation</i>	<i>256QAM rotated</i>
<i>Code rate</i>	<i>2/3, 3/4</i>
<i>Guard interval (GI)</i>	<i>1/16 (224 μs), 19/256 (266 μs)</i>
<i>System bandwidth</i>	<i>8 MHz</i>
<i>Signal bandwidth</i>	<i>7.77 MHz</i>
<i>Scatered PP</i>	<i>PP4</i>
<i>Useful symbol time</i>	<i>3584 μs</i>
<i>Estimated bit rate</i>	<i>36.82-41.5 Mbps</i>
<i>Video coding</i>	<i>H.264 / MPEG-4 Part 10</i>
<i>Audio coding</i>	<i>MPEG-1 Audio Layer II, for SD HE-AAC and Dolby Digital + for HD</i>

Network type: *SFN/MFN*

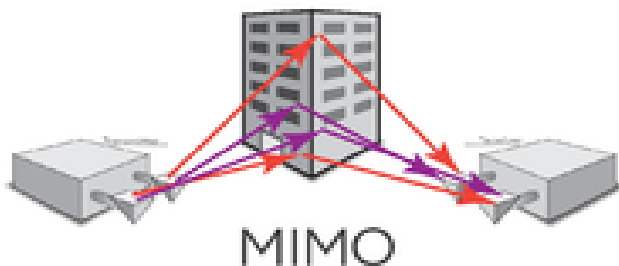


- SFN, single-frequency network is a broadcast network where several transmitters simultaneously send the same signal over the same frequency channel
- A multi-frequency network (MFN) is a network in which multiple radio frequencies (RFs) (or RF channels) are used to transmit media content. One type of MFN is a horizontal multi-frequency network (HMFN) where a distribution waveform is transmitted over different RF channels in different local areas.

Antenna system SISO



- A single-input and single-output (SISO) system is a simple single variable system with one input and one output
- In radio it is the **use of only one antenna both in the transmitter and receiver**
- In radio, multiple-input and multiple-output, or MIMO, is a method for multiplying the capacity of a radio link using multiple transmit and receive antennas to exploit multipath propagation



DVB-T2

Digital Video
Broadcasting -
Second
Generation
Terrestrial

- This system transmits compressed digital audio, video, and other data in "physical layer pipes" (PLPs), using OFDM modulation with concatenated channel coding and interleaving.
- System suited for carrying High-Definition TeleVision (HDTV) signals on the terrestrial TV channel

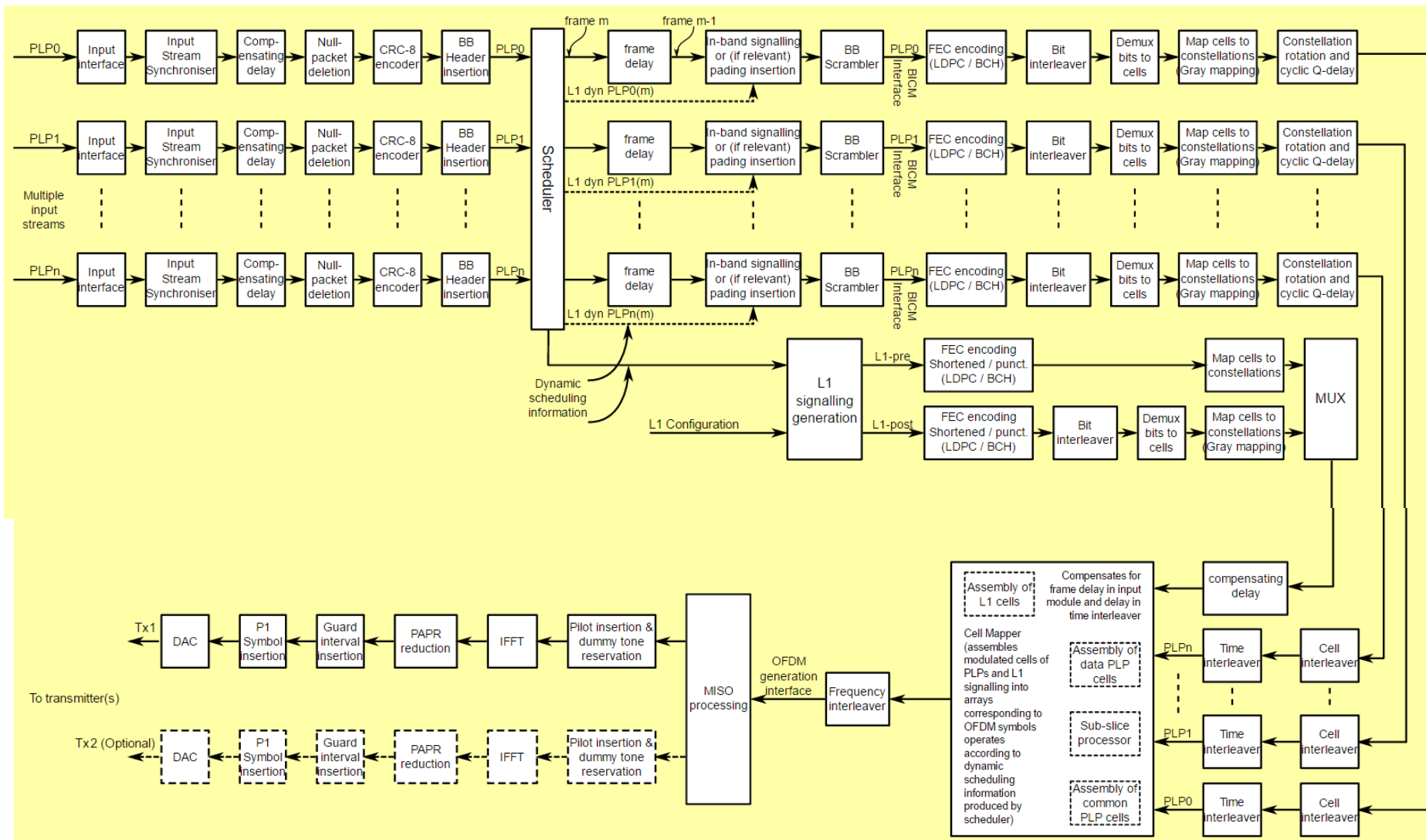
Single PLP

"physical layer pipe"



PLPs are logical channels carrying one or more services, with a modulation scheme and robustness particular to that individual pipe.

DVB-T2



FFT size 32K

Recommended maximum bit-rate configurations for 8 MHz bandwidth

- 32K FFT
- guard interval 1/128
- pilot pattern 7

- DTFT (discrete-time Fourier transform) is a form of Fourier analysis that is applicable to the uniformly-spaced samples of a continuous function. The term discrete-time refers to the fact that the transform operates on discrete data (samples) whose interval often has units of time. It produces a function of frequency that is a periodic summation of the continuous Fourier transform of the original continuous function.
- DTFT itself is a continuous function of frequency, but discrete samples of it can be readily calculated via the discrete Fourier transform (DFT).

Carrier mode Extended

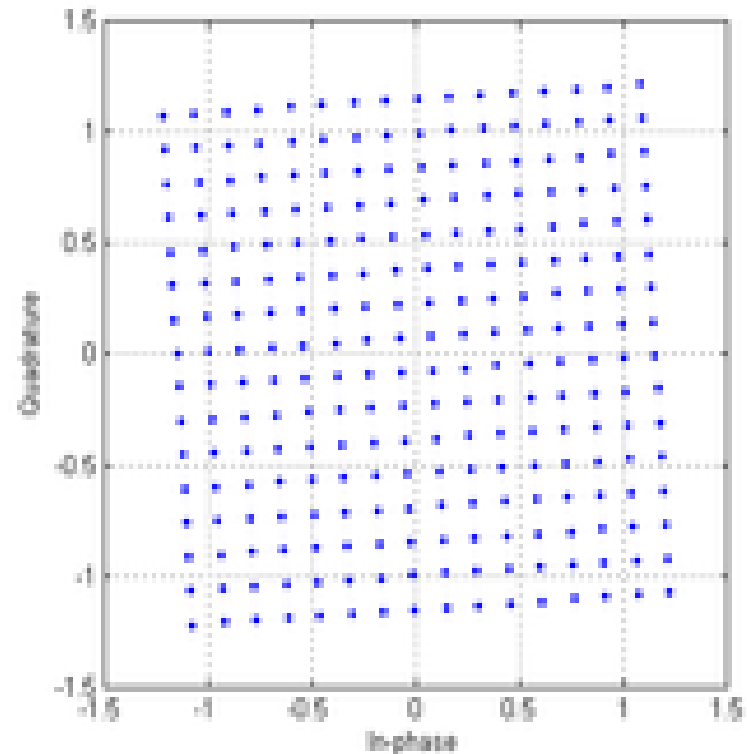
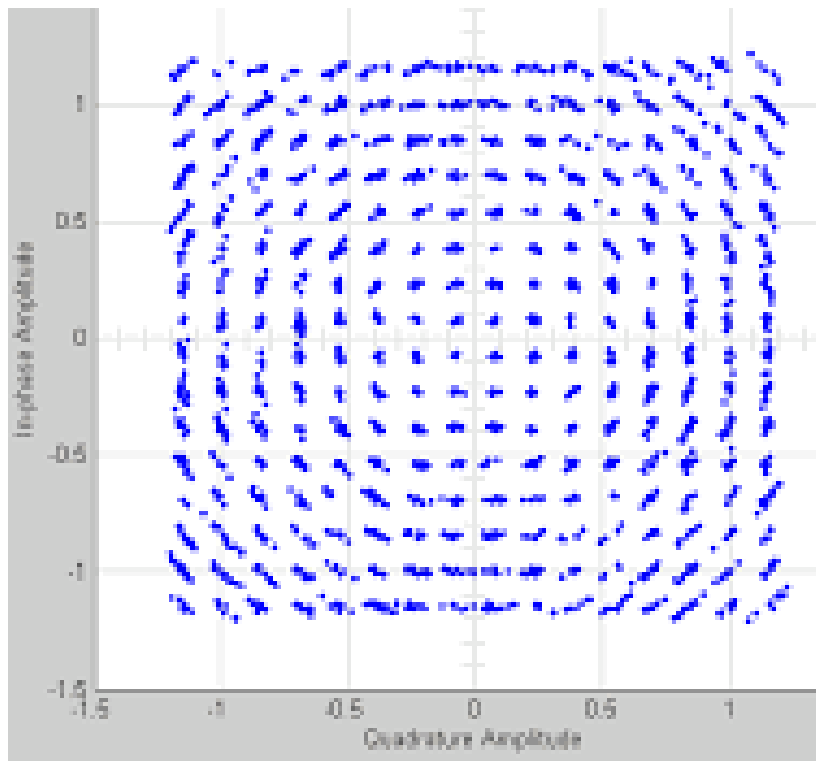
For SFN (Single frequency network) we can calculate the distance between transmitters or between direct and multipath signals by using the guard interval and the Mode (Normal or Extended band width)

- Number of carriers per a given bandwidth for an 8 MHz Channel
- the normal carrier mode bandwidth is 7.61 MHz
- The extended carrier mode bandwidth is 7.71 MHz this increases capacity by 2%

- 32k
- Normal Mode 27 265 carriers
- Extended Mode 27 841 carriers

Modulation 256QAM rotated

- Constellation map of the rotated 256-QAM modulation (tilt angle is 3.57 degrees)



Code rate $2/3$, $3/4$

The effective code rates are

- 43 040/64 800 ($2/3$)
- 48 408/64 800 ($3/4$),

- In telecommunication and information theory, the code rate of a forward error correction code is the proportion of the data-stream that is useful (non-redundant)
- If the code rate is k/n , for every k bits of useful information, the coder generates a total of n bits of data, of which $n-k$ are redundant.
- Forward error correction (FEC) or channel coding is a technique used for controlling errors in data transmission over unreliable or noisy communication channels. The sender encodes the message in a redundant way by using an error-correcting code (ECC).

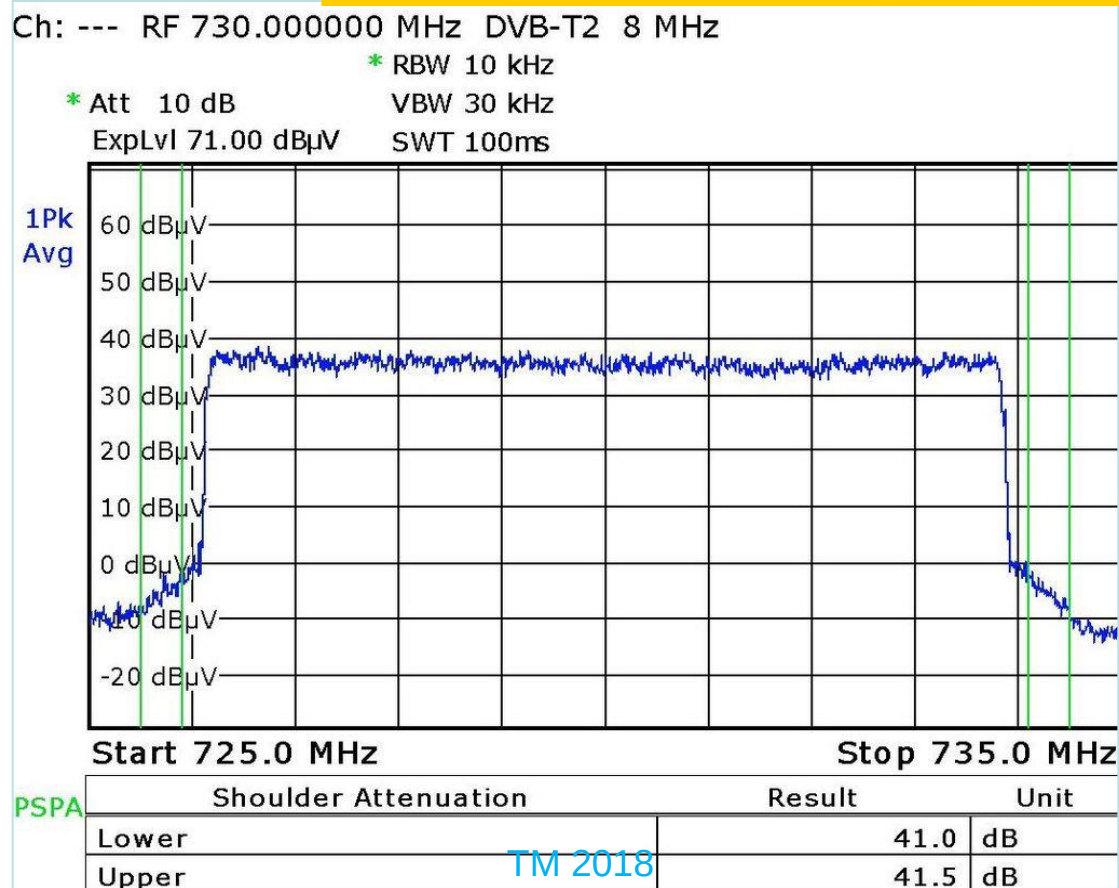
Guard interval (GI)
1/16 (224 μ s),
19/256 (266 μ s)

- Guard interval insertion:
a cyclic prefix is inserted before the IDFT symbol, to recover from transmit channel echoes (multipath).
- Lengths from 1/128 to 1/4 of the IDFT length are allowed.

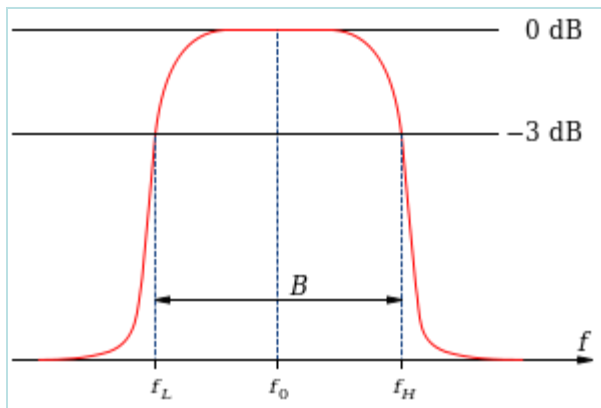
- Guard intervals are 1/128, 1/32, **1/16**, **19/256**, 1/8, 19/128, and 1/4
- For 32k mode, the maximum is 1/8.
- The purpose of the guard interval is to introduce immunity to propagation delays, echoes and reflections, to which digital data is normally very sensitive

System
bandwidth
8 MHz

- DVB-T2 is specified for 1.7, 5, 6, 7, 8, and 10 MHz channel bandwidth.
- in 8 MHz wide channels, the complex sample time is $7/64 \mu\text{s}$.



Signal bandwidth 7.77 MHz



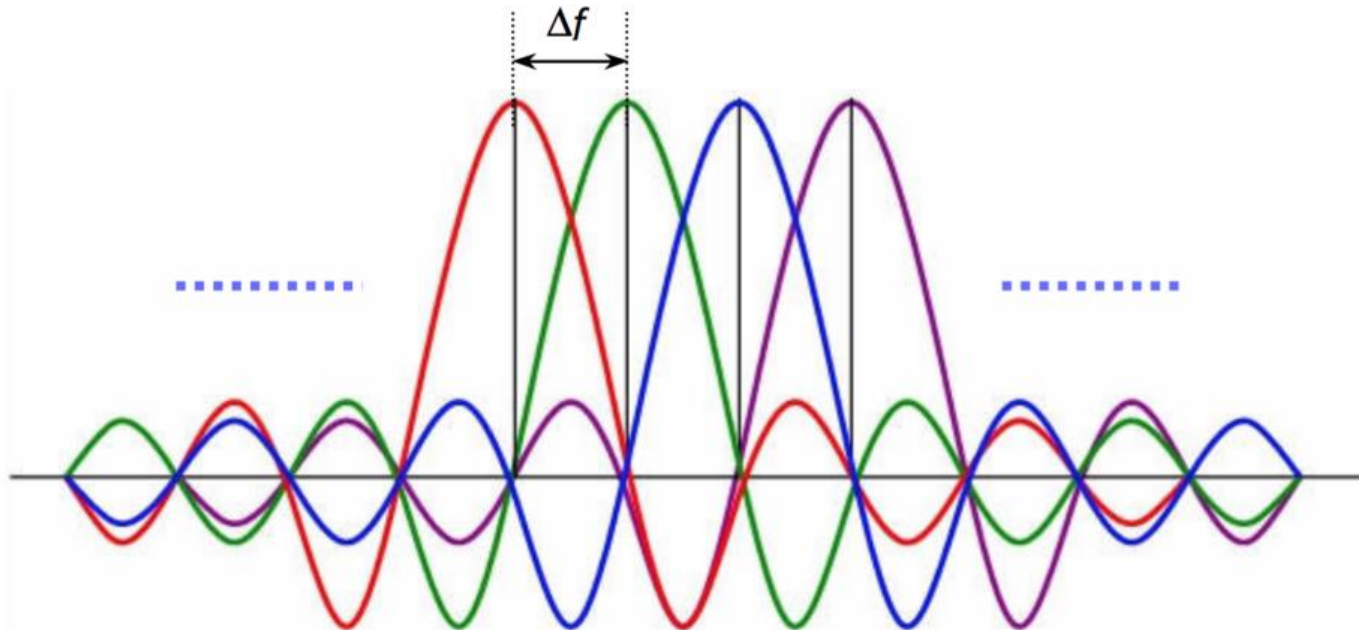
- The signal bandwidth in hertz refers to the frequency range in which the signal's spectral density (in W/Hz or V²/Hz) is nonzero or above a small threshold value.
- The threshold value is often defined relative to the maximum value, and is most commonly the 3 dB point, that is the point where the spectral density is half its maximum value (or the spectral amplitude, in V or V/Hz, is 70.7% of its maximum).

Scatered PP PP4

- Pilot insertion and dummy tone reservation: three classes of pilot tones are added
- They are either continual (fixed position), scattered (cyclically moving position), or edge (boundary positions).
- There are 8 different configuration for scattered pilots (PP1 ... PP8). Moreover, a number of dummy carriers are not modulated and reserved to reduce the dynamic range of the DVB-T2 output signal (it helps to combat nonlinear phenomena in power amplifiers during broadcast).

Useful symbol
time 3584 μs

- the spacing of the subcarriers is directly related to the useful symbol time (the amount of time the transmitter spends performing IFFT).



Estimated bit rate
36.82-41.5 Mbps

- In telecommunications and computing, bit rate (bitrate or as a variable R) is the number of bits that are conveyed or processed per unit of time.
- one byte per second (1 B/s) corresponds to 8 bit/s.
- In telecommunication, data signaling rate (DSR), also known as gross bit rate, is the aggregate rate at which data pass a point in the transmission path of a data transmission system.

Video coding H.264 / MPEG-4 Part 10

- H.264 or MPEG-4 Part 10, Advanced Video Coding (MPEG-4 AVC) is a block-oriented motion-compensation-based video compression standard.
- It is one of the most commonly used formats for the recording, compression, and distribution of video content.
- It supports resolutions up to 8192×4320, including 8K UHD.

- Audio coding MPEG-1 Audio Layer II,
- for SD HE-AAC and Dolby Digital + for HD

MPEG-1 is a standard for lossy compression of video and audio

It is designed to compress VHS-quality raw digital video and CD audio down to 1.5 Mbit/s (26:1 and 6:1 compression ratios respectively) without excessive quality loss, making video CDs, digital cable/satellite TV and digital audio broadcasting (DAB) possible.

- for SD HE-AAC and Dolby Digital + for HD

High-Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC) is an audio coding format for lossy data compression of digital audio defined as an MPEG-4 Audio profile in ISO/IEC 14496-3.

It is an extension of Low Complexity AAC (AAC LC) optimized for low-bitrate applications such as streaming audio. HE-AAC version 1 profile (HE-AAC v1) uses spectral band replication (SBR) to enhance the compression efficiency in the frequency domain. HE-AAC version 2 profile (HE-AAC v2) couples SBR with Parametric Stereo (PS) to enhance the compression efficiency of stereo signals. It is a standardized and improved version of the AACplus codec.

Programi u prvom multipleksu

- Na teritoriji cele Srbije, sa svih 229 predajnika i repetitora, emitujemo programe emitera koji imaju dozvolu za nacionalno pokrivanje: RTS 1, RTS 2, RTS 3, Pink, TV prva, O2.TV, Hepi i INFO kanal ETV
- Na teritoriji Vojvodine u istom paketu, pored navedenih programa, emitujemo i programe RTV 1 i RTV 2

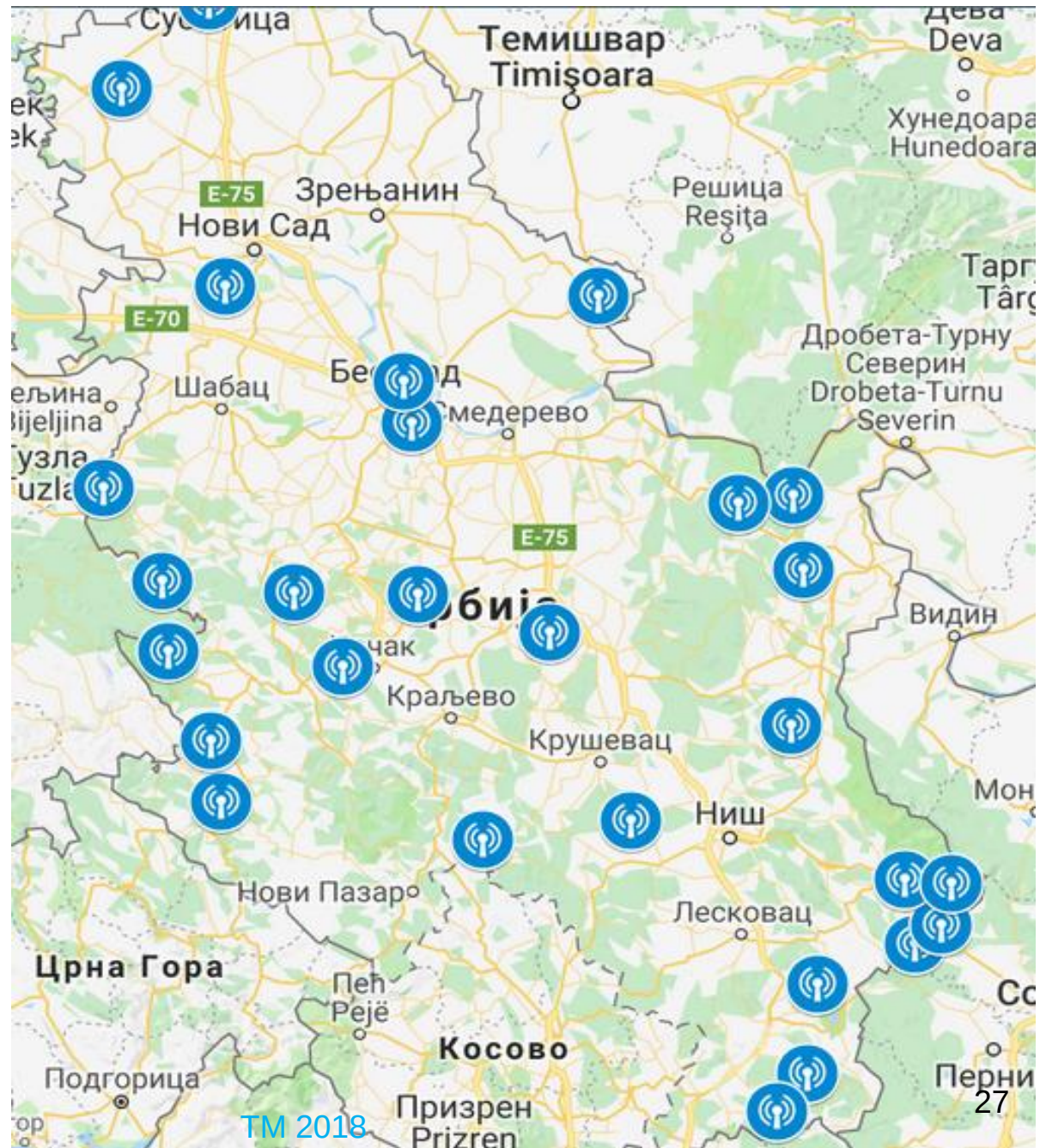
Programi treći multipleks

- Sadržaj komercijalnog programskog paketa – Pay TV paket – treći multipleks (MUX 3):

ST Radio

- Srednje talasni (ST) radio predstavlja tehnologiju koja za prenos mono zvuka koristi AM (amplitudsku modulaciju).
- AM tehnologija za prenos je razvijana između 1900. i 1920. godine. Glas pomoću AM modulacije, prvi je preneo Kanađanin Reginald Fesenden 23. decembra 1900. godine.
- Ova tehnologija omogućava pokrivanje velikih teritorija sa jednim predajnikom, ali kvalitet ne može da se poredi sa kvalitetom koji se postiže emitovanjem na VHF opsegu korišćenjem tehnologije FM.

FM Radio



STB – Set top box

- Uređaj koji ima ulogu obrade digitalnog signala primljenog antenom, kako bi se prilagodio prikazivanju na TV prijemniku
- Povezuje se sa prijemnom antenom i sa televizorom – i to na taj način, da se na ulaz uređaja povezuje prijemna antena, a iz njega izlazi prilagođen TV signal.
- Digitalni TV signal u sebi nosi upakovane podatke o TV slici i prenosi ih od predajnika do prijemne antene. Kada signal stigne do antene, kablom ulazi u STB, gde se vrši njegovo prepoznavanje, i pretvaranje digitalnog signala u TV sliku. Bez STB nije moguće raspakovati digitalni signal i iz njega “izvući” sliku koju treba prikazati.
- Postoje i televizori sa digitalnim prijemnikom integrisanim u sam TV prijemnik; ustanoviti da li je namenjen prijemu digitalnog signala DVB-T, ili DVB-T2 standarda.

Aspect ratio – 16:9 / 4:3

- Predstavlja format slike – odnos širine i visine.
- Kod SDTV-a je taj odnos 4:3
- Filmska slika onako kako je snimljena, ali to je zahtevalo da se iznad i ispod slike postave crne štrafte
- Slika se ponekad prikazuje tako da ispuni ceo ekran, bez neiskorišćenih površina na njemu, ali tada se seku i gube krajnji levi i krajnji desni deo slike.
- Uveden novi standardni format
Takođe, ljudsko oko ima tu osobinu da mnogo jasnije vidi i bolje opaža u horizontalnom nego u vertikalnom pravcu. To je uzeto u obzir prilikom razvoja novih televizora pa je sada format ekrana sličan formatu bioskopskog platna

SDTV – Standard Definition Television

- Označava televizijsku sliku formata 4:3, rezolucije 720×576. Danas se u našoj zemlji uglavnom i gleda samo SDTV, bez obzira na to kakav TV prijemnik poseduje domaćinstvo-stari tip televizora ili neki savremniji LCD ili plazma TV
- To je često uzrok nezadovoljstva kupaca takvih televizora koji su očekivali da će sa novim televizorom automatski imati i kristalno jasnu sliku, što naravno nije slučaj. Jer, neretko se događa to da je na ekranima modernih TV prijemnika slika bleđa (u slučaju LCD-a), neretko i mutnija, a kako je emitovana u formatu 4:3 na ekranu formata 16:9, pojavljuju se i crne štrafte levo i desno od slike.

HDTV – High Definition Television

- Televizija visoke rezolucije 1280×720 ili 1920×1080 piksela
- HD 720i, HD 720p, HD 1080i, HD 1080p
- Slova p i i. odnose se na način iscrtavanja slike na ekranu. Naime, slika na televizijskom ekranu (kako na starijim tako i na savremenim televizorima) se iscrtava red po red, ne cela odjedanput.
- Slovo i (Interlaced) ukazuje na to da se slika na ekranu iscrtava u dva maha: prvo se iscrtava svaki parni pa odmah potom svaki neparni red.
- Slovo p (progressive) u oznaci rezolucije znači da se slika na ekranu iscrtava upravo red po red – bez preskakanja.
- Samo ukoliko se emituje sadržaj koji je snimljen u HD-u, i prikazana slika će biti HD.

Analog switch off – ASO

- Podrazumeva gašenje analognih predajnika i potpun prekid emitovanja analogne televizije

Digital switch over – DSO

- DSO se odnosi na vremenski period u kome se sprovodi uvođenje emitovanja digitalnog signala i postepeno gašenje pojedinih analognih predajnika
- Kako su usled velikog broja radio i tv stanica koje emituju svoje programe u Srbiji, gotovo sve frekvencije zauzete, kod nas se neće sprovoditi DSO

DVB – Digital video broadcast

- DVB – Digital video broadcast (Emitovanje digitalnog signala slike).
- standardi:
 - DVB-C Digital video broadcast – CABLE – putem kabla do tv prijemnika (kablovska digitalna televizija)
 - DVB-S Digital video broadcast – SATELLITE – putem satelita (satelitska digitalna televizija)
 - DVB-T Digital video broadcast – TERRESTRIAL – putem mreže predajnika na zemlji

DVB-T (Digital video broadcast – TERRESTRIAL)

- DVB-T i DVB-T2 su skraćenice koje se odnose na skup standarda koji moraju biti ispunjeni prilikom formiranja digitalnog TV signala. Standardi propisuju načine na koje se digitalizovani signal dalje obrađuje kako bi se komprimovao, gušće upakovao i lakše distribuirao. Na prijemnoj strani, potrebno je podesiti prijemni uređaj tako da on može da prepozna signal koji je primljen, kako bi ga tačno tumačio i ispravno raspakovao sadržaj koji treba da bude prikazan na ekranu. Postignut je dogovor na nivou Evrope, Rusije, Australije, Grenlanda o osnovnim karakteristikama digitalnog TV signala. Te dogovori su obavezujući i svi moraju da ih poštuju kako bi signal mogao da se nesmetano distribuira među tim zemljama i da bi TV prijemnici i ostala oprema mogli da se podese i usaglase.

DVB-T2 (Digital video broadcast-terrestrial 2)

- Druga generacija DVB-T podrazumeva mogućnost emitovanja većeg broja programa (u istom frekvencijskom opsegu), uz sliku koja je otporniju na smetnje.
- Veći broj programa u istom kanalu obezbeđenje MPEG-4 kompresijom. Veća otpornost na smetnje postignuta je uvođenjem rotiranog konstelacionog dijagrama, drugačijom organizacijom makroblokova i većim zaštitnim intervalom.
- Veći bitski protok omogućen je većim brojem nosilaca-modulaciona šema 256-QAM, što je od posebnog značaja za emitovanje u HD rezoluciji.
- Veći broj TV programa omogućili su razvoj i unapređenje metoda kompresije digitalnog signala.

DVB-T2 (Digital video broadcast-terrestrial 2)

- Nov kompresioni standard – MPEG–4 verzija 10 (H.264/AVC).
- Prijem signala koji je obrađen MPEG4 standardom je jedino moguć korišćenjem posebnog digitalnog prijemnika. TV signal je sažetiji i gušće upakovan u kanal, pa ga je potrebno i raspakovati na odgovarajući način, pomoću posebnog set top box-a namenjenog prijemu DVB-T2 signala. Taj prijemnik je opremljen MPEG4 dekomerom. Ovo praktično znači da će čak i gledaoci koji su kupili FULL HD tv prijemnike (osposobljene za prijem digitalnog signala u DVB-T standardu, bez korišćenja set top box-a), morati da ih povežu sa novim set top box-om koji u sebi ima MPEG4 dekomer.

DVB-T2 (Digital video broadcast-terrestrial 2)

- DVB-T2 je posebno razvijan imajući na umu potrebu, koja će se neminovno javiti u narednom periodu, za emitovanjem sve većeg broja programa u HD rezoluciji.
- Za emitovanje signala po DVB-T2 standardu potrebno i značajno manje električne energije-energetski je ekonomičniji.
- Mnoge zemlje prelaze sa DVB-T na DVB-T2. Naša zemlja se među prvima opredelila za DVB-T2 standard, dok je taj koncept još bio u povoju, prepoznavši na vreme njegove prednosti.
- Treba napomenuti i to da DVB-T i DVB-T2 nisu jedini standardi oko kojih je postignut dogovor. Postoji ih još nekoliko različitih. Neki važe za prostor severne Amerike, drugi za teritoriju Kine ...

DTV (Digital Television/digitalna televizija)

Skup novih tehnologija primenjenih u snimanju, odašiljanju i prikazivanju televizijske slike donosi prednosti:

- prijema slike bez ikakvih smetnji
- lakšeg skladištenja snimljenog materijala
- lakše i efektnije obrade slike
- daleko većeg broja programa
- razvoja novih usluga (tipa teleteksta, ali daleko naprednijih)
- olakšanog praćenja osobama sa oštećenim sluhom
- višejezičnost
- lako snalaženje u moru televizijskog sadržaja koji nam se nudi (korišćenjem EPG)
- i do 5 puta jasniju sliku (HDTV)
- interaktivnost

Piksel

- Piksel je najmanji deo slike.
- Svaki ekran se sastoji iz određenog broja piksela, koje je moguće videti i golim okom kada se dovoljno blizu približite ekranu i dobro se zagledate u neku tačku.
- Oni predstavljaju osnovni gradivni element svakog ekrana – televizora, računarskog montira, ekrana mobilnog telefona ili digitalnog fotoaparata, itd.
- Piksel je u osnovi ćelija kojoj je moguće menjati boju i nivo osvetljenosti.
- Slika sa više piksela može da prikaže više detalja, sa finijim prelazima između različito obojenih površina slike, pa je takva slika jasnija i oštija.

Rezolucija

- Broj piksela koji sačinjavaju jedan ekran. Poređani u horizontalni red, jedan do drugog, pikseli obrazuju jednu liniju televizijske slike. Rezolucija televizijskog ekrana standardne televizije je 720×576 . Ovo je proizvod broja piksela koji se nalaze duž jedne linije slike, i broja tih horizontalnih linija koje sačinjavaju ekran. U skraćenom obliku, rezolucija nekog ekrana TV prijemnika se uglavnom izražava brojem linija, 1080 za 1920×1080 piksela.
- Rezolucije: 1080×720 , 1280×720 , 1366×768 , 1920×1080
- Uvedene su rezolucije primenjene svrsi kojoj uređaj služi.
- Nije potrebna ista rezolucija ekrana na uređaju koji samo pušta muziku i pokazuje listu pesama i nekom mobilnom telefonu na kome je moguće gledanje video klipova.

Prijemnik

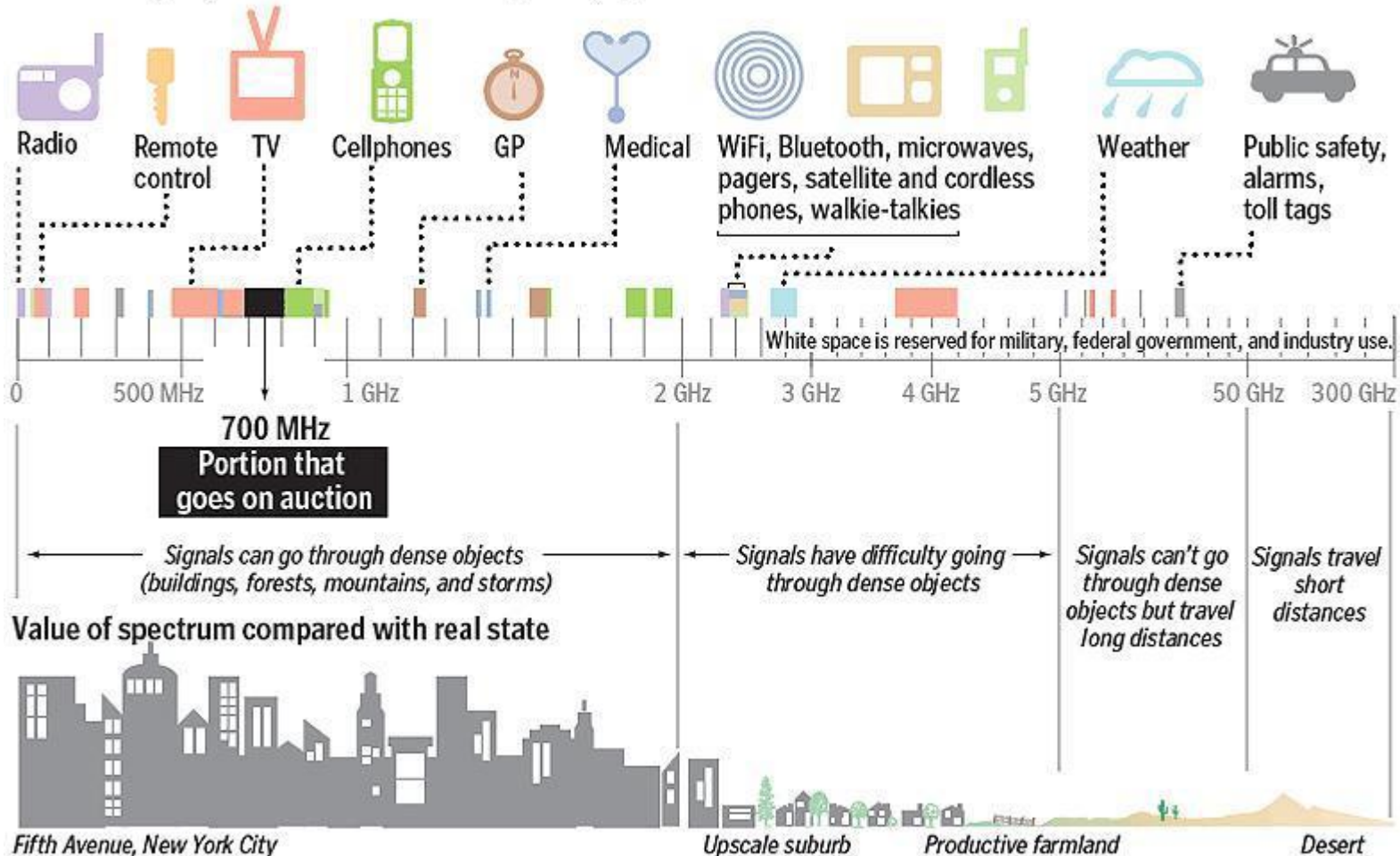
- Televizori sa ugrađenim DVB-T2 tjunerom
 - Neophodna oprema: samo obična krovna ili sobna antena (Format slike 16:9, Rezolucija: Full HD)
- Televizori bez ugrađenog DVB-T2 prijemnika (LCD/Plazma)
 - Neophodna oprema: – Antena i Set Top Box (STB)
- Stari tip televizora (CRT) sa SCART priključkom:
 - Neophodna oprema: – Antena i Set Top Box (Na ovom televizoru nije moguće prikazivanje sadržaja u visokoj (HDTV) rezoluciji, čak ni uz Set Top Box uređaj)
- Stari tip televizora (CRT) bez SCART priključka:
Potrebno je da Set Top Box uređaj poseduje RF modulator.

Digital audio broadcasting (DAB)

- Digital audio broadcasting (DAB) is a digital radio standard for broadcasting digital audio radio services, used in many countries across Europe, Asia, and the Pacific.
- DAB is generally more efficient in its use of spectrum than analogue FM radio
- In spectrum management, the bands that are allocated for public DAB services, are abbreviated with T-DAB, where the "T" stands for terrestrial.
- Digital multimedia broadcasting (DMB) and DAB-IP are suitable for mobile radio and TV both because they support MPEG 4 AVC and WMV9 respectively as video codecs. However, a DMB video subchannel can easily be added to any DAB transmission, as it was designed to be carried on a DAB subchannel.

Primeri primene spektra za prenos u opsegu od 3 kHz do 300 GHz

Some everyday uses of the radio frequency spectrum



Ruteri

- Ruteri imaju mogućnost za dostavljanje podataka sa garancijom, korišćenjem TCP (Transmission Control Protocol) transportnog protokola
- TCP se često koristi prilikom prenosa na Internetu, u kombinaciji sa IP, pa se često sreće oznaka TCP/IP
- Na Internetu, može doći do gubljenja ili pojave greške na paketima
 - Zamislimo primer da je potrebno jednu stranicu teksta na listu papira proslediti sa vrha do dna učionice
 - Ovaj list papira, može se podeliti na manje delove, na primer na 4 dela i upakovati u kovertu, nešto poput paketa na Internetu
 - Potrebno je svaku kovertu označiti numerički, koji je redni broj kovertu u odnosu na ukupan broj

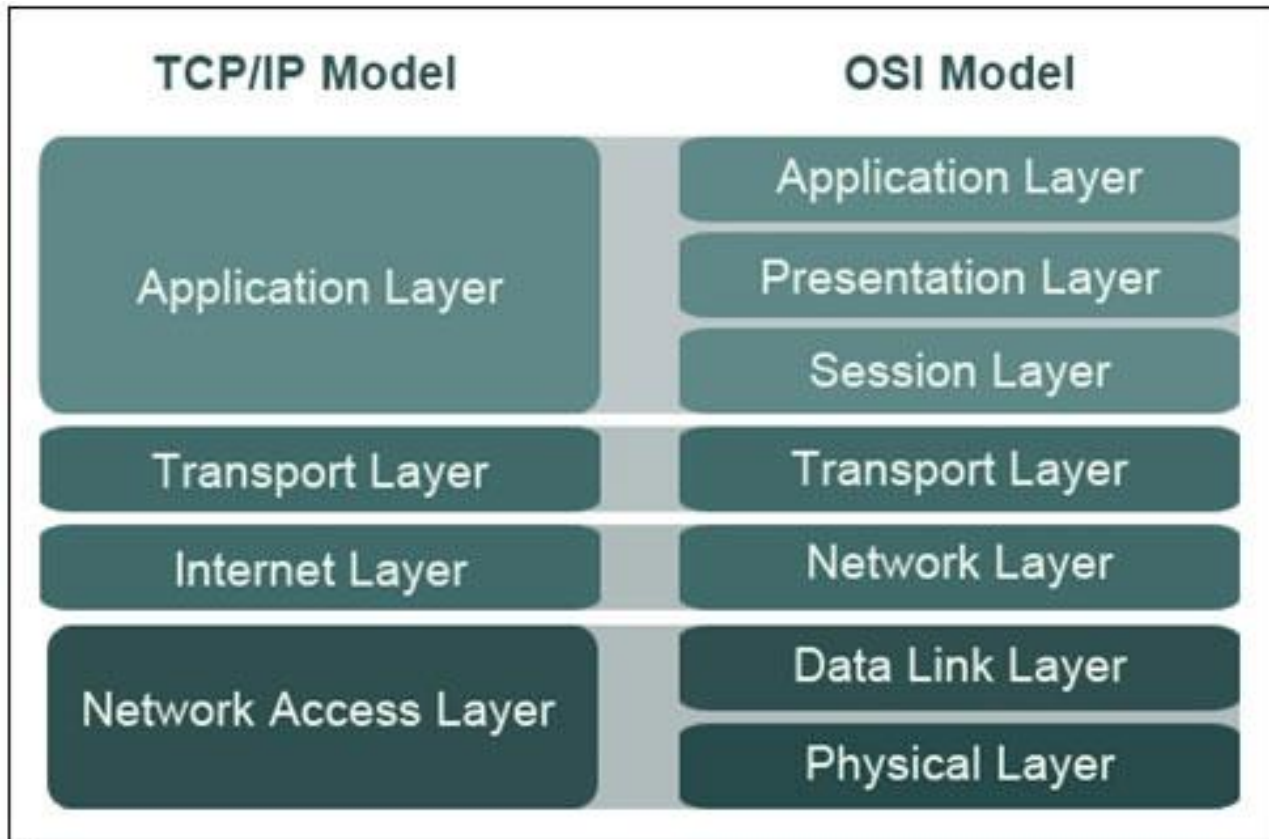
Paketski prenos

- Na primer prva koverta od četiri, druga od četiri itd.
- Takođe na svaku kovertu potrebno je napisati adresu pošiljaoca (IP adresa) i adresu primaoca (IP adresa)
- Pre slanja koverti potrebno je definisati i izabrani servis Interneta, da bi se poruka na drugoj strani mogla otvoriti u ispravnom programu
- Podatak o izabranom servisu je takođe potrebno naznačiti na koverti
- Često korišćeni Internet servis je web pregledač, ali pored njega postoje i drugi servisi kao što su email, chat i file storage

TCP/IP model i OSI model

- Za opisivanje strukture mreže često se koriste TCP/IP model i OSI (Open System Interconnections) model
- Ovi modeli ilustruju interakciju između
 - Hardveskog dela
 - Programa
 - Servisa
 - Protokola prilikom komunikacije u mrežama i
 - Služe za njihove efikasnije predstavljanje
- Modeli sadrže slojeve za koje su vezane
 - određene funkcije,
 - servisi i protokoli prilikom komunikacije

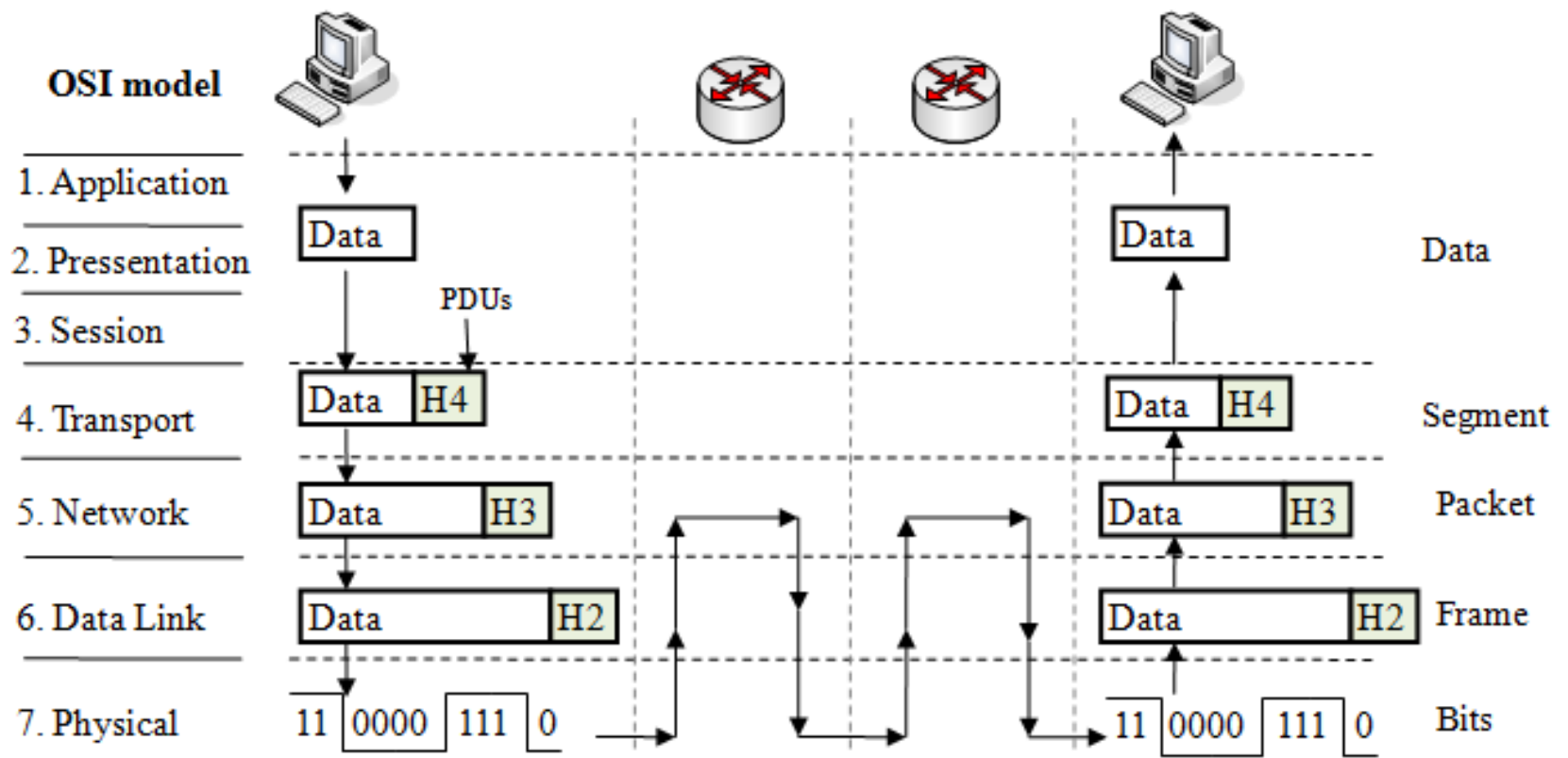
TCP/IP model i OSI model



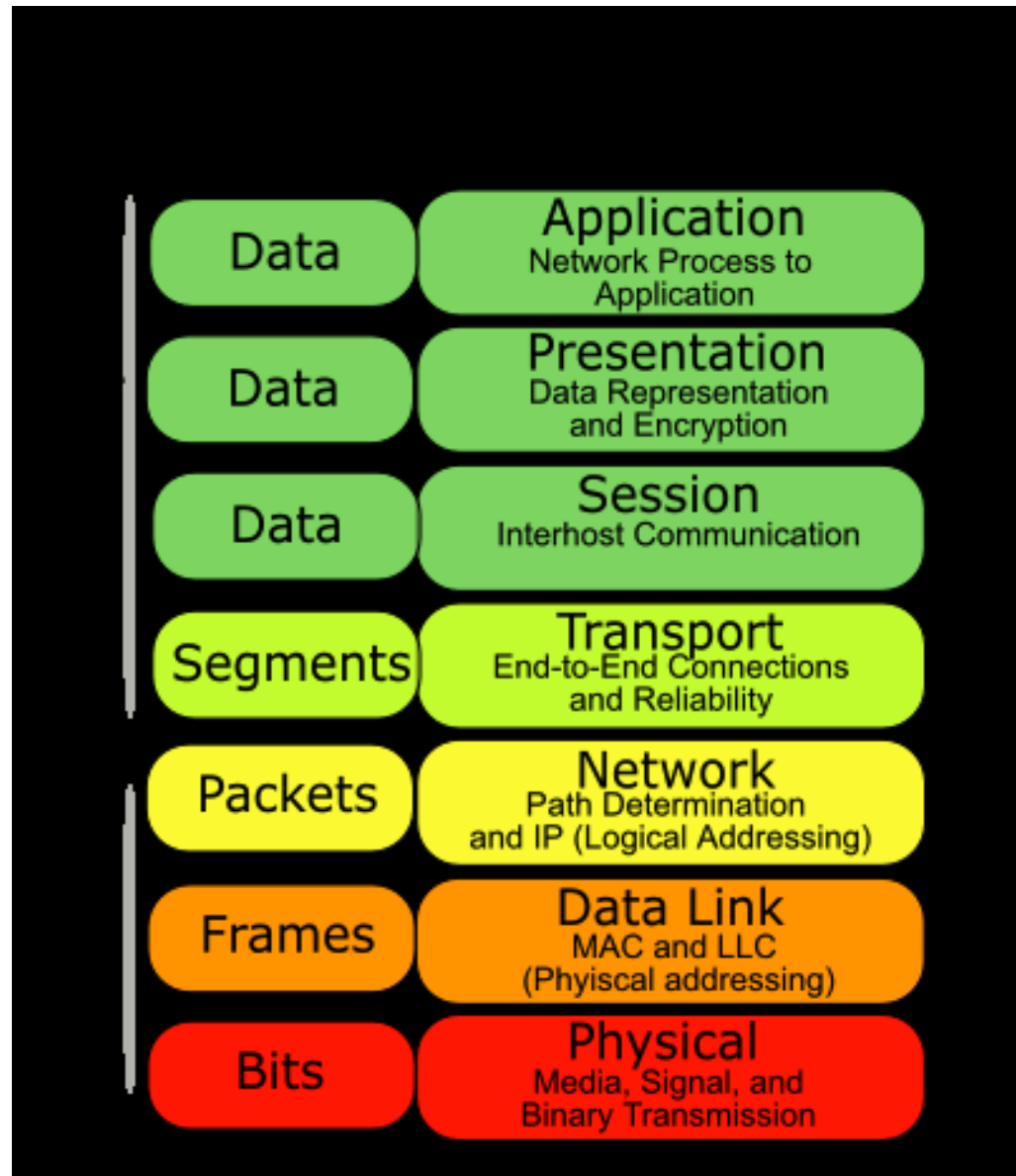
Enkapsulacija

- Prilikom prolaska podataka kroz slojeve dodaju se zaglavlja (header) sloja
- Ovaj proces se označava kao enkapsulacija i ilustrovan je na sledećoj slici
- Slojevi TCP/IP model i OSI model sa naznačenim kratkim opisima funkcija slojeva dati su na narednoj slici
- Takođe, označeno je kako se naziva podatak sa dodatim zaglavljima na određenim slojevima

Enkapsulacija podataka



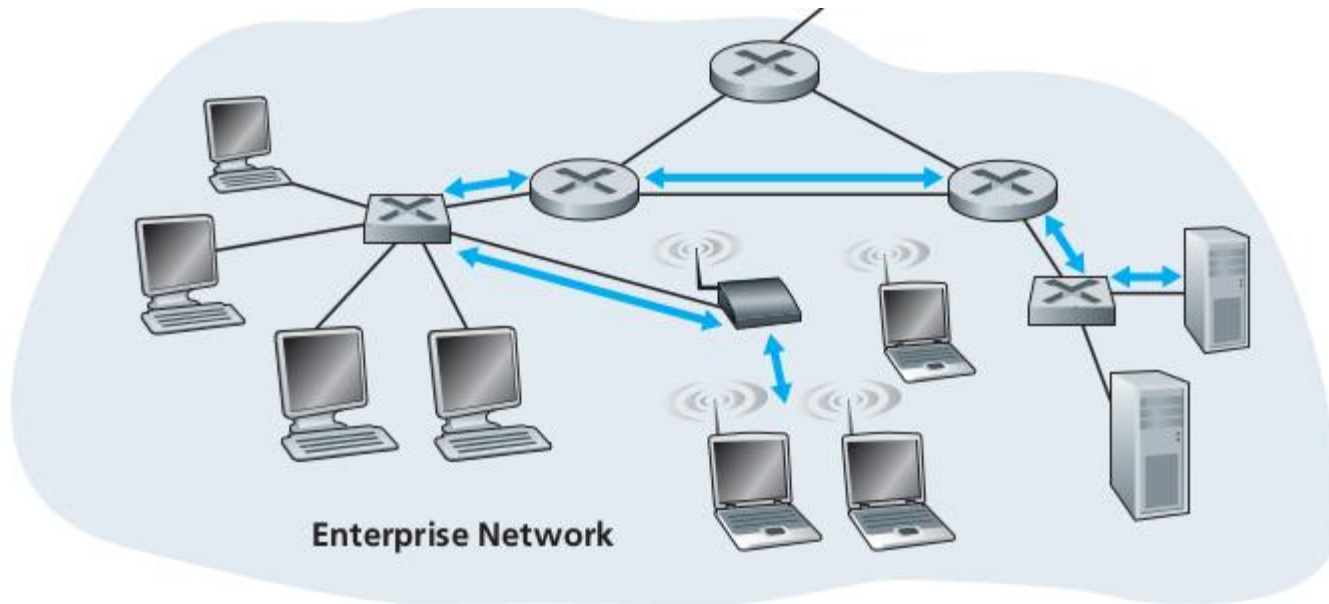
Funkcije i podaci slojeva OSI modela

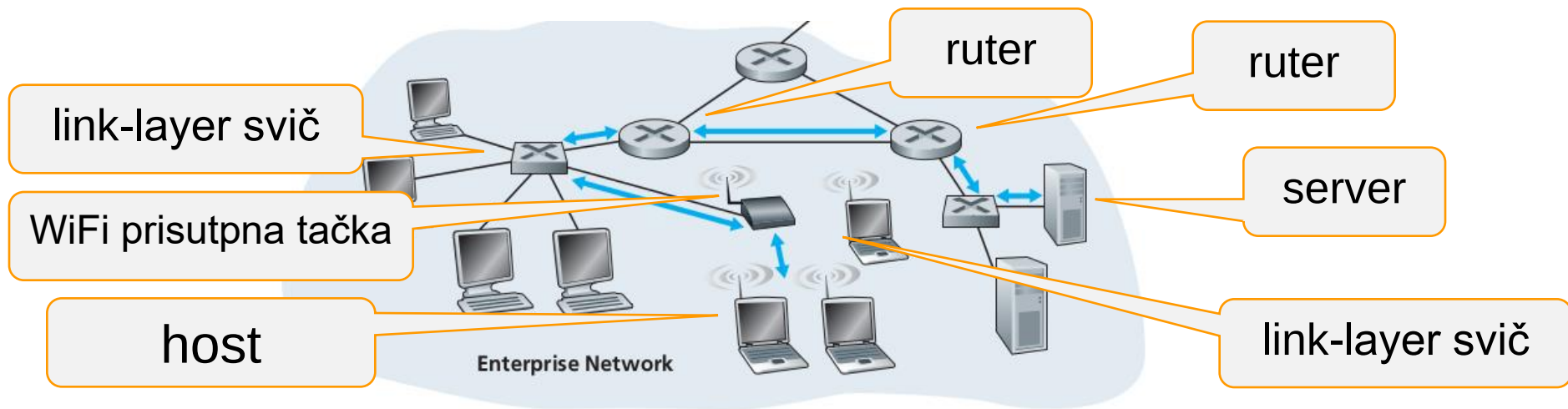


Sloj veze - Link Layer

- U nastavku će biti korišćeno više novih termina, pa je prvo potrebno objasniti upotrebnost ovih termina
- Svaki od uređaja u mreži koji koriste sloj veze protokole biće označen kao čvor mreže
- Ovi čvorovi mogu da budu krajnji uređaji (host), ruteri, svičevi i bežične pristupne tačke (WiFi access points)
- Veza između čvorova mreže se označava kao komunikacioni link ili samo link
- Da bi se frejm poslao od izvornog hosta do hosta kome je namenjen potrebno je da pređe put koji se sastoji od više individualnih linkova

Šest linkova između bežičnog hosta i servera





- Kao primer, data je mreža koja razmatra slanje podataka od bežičnog hosta do servera
- Šest linkova u ovoj mreži su:
 1. WiFi link između **hosta** koji šalje podatke i **WiFi pristupne tačke**
 2. Ethernet link između **pristupne tačke** i **link-layer sviča**,
 3. link između link-layer sviča i **rutera**,
 4. link između **dva rutera**,
 5. Ethernet link između **rutera** i **link-layer sviča** i konačno
 6. Ethernet link između **sviča** i **servera**

- Na linku se događa enkapsulacija podataka u link-layer frejm i prenos frejma
- Da bi povezala dva čvora mreže pomoću jednog linka ili da bi se povezao veliki broj elemenata u složenu mrežu, prvo je neophodno definisati fizički medijum za prenos
- Ovaj medijum može da bude žica, optičko vlakno ili vazduh (prenos pomoću elektromagnetnih talasa)
- Povezivanje može da bude realizovano na maloj površini (kancelarija, zgrada) ili na široj površini (grad, povezivanje gradova)
- Povezivanje između dva čvora mreže i kreiranje linka predstavlja prvi korak

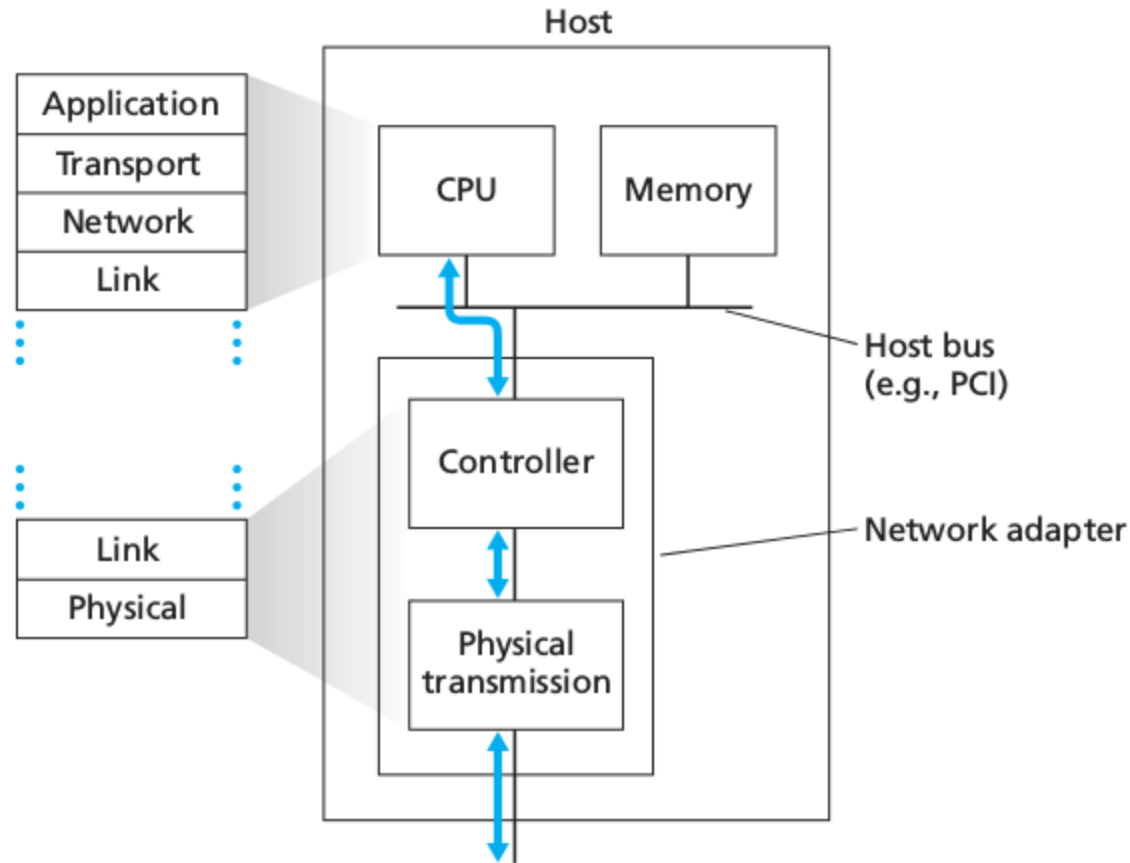
Problemi?

- Prilikom ovog povezivanja moguće su pojave različitih problema:
 - linijsko kodovanje bita pre samog prenosa,
 - podela grupa bita u organizovane sekvence – kreiranje frejmova,
 - detekcija grešaka koje su eventualno nastale prilikom prenosa,
 - ispravljanje nastalih grešaka – pouzdan prenos,
 - kontrola pristupu medijumu – za link koji dele više čvorova mreže

Rešenja

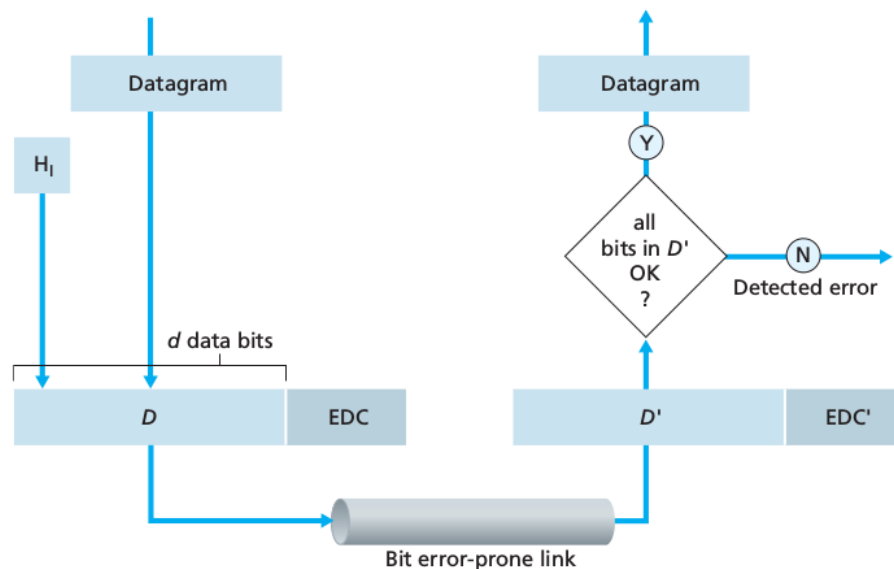
- Rešavanje ovih problema u velikoj meri zavisi od konkretne mrežne tehnologije koja je izabrana, kao što su:
 - point-to-point linkovi,
 - Carrier Sense Multiple Access (CSMA) mreže - mreže sa višestrukim pristupom koje koriste detekciju nosioca
(Ethernet je najpoznatiji primer ovakve mreže)
 - bežične mreže podataka (802.11 je najrasprostranjeniji standard - Wi-Fi)

Mrežni adapter i njegova veza sa drugim host komponentama i OSI slojevima

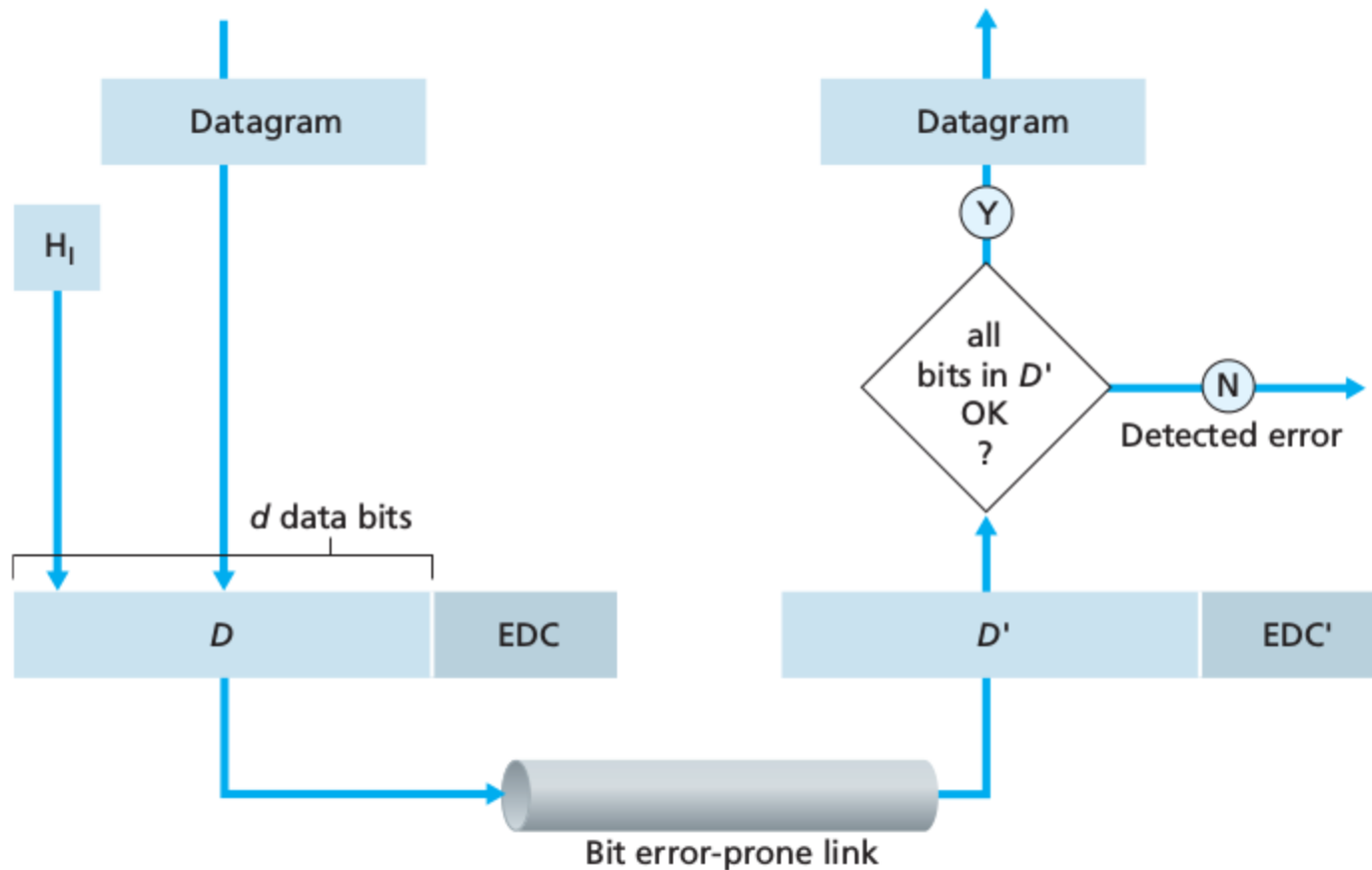


Detekcija i korekcija grešaka na sloju veze

- Opšta organizacija prilikom detekcije i korekcije grške data je na sledećoj slici
- Na predajnom čvoru šalju se podaci D , koje je potrebno zaštititi od grešaka dodovanje bita označenih sa EDC (Error-Detection and Correction bits)
- Obično podaci koji se štite ne sadrže samo podatke gornjih slojeva već i zaglavlje (Header) na nivou sloja veze

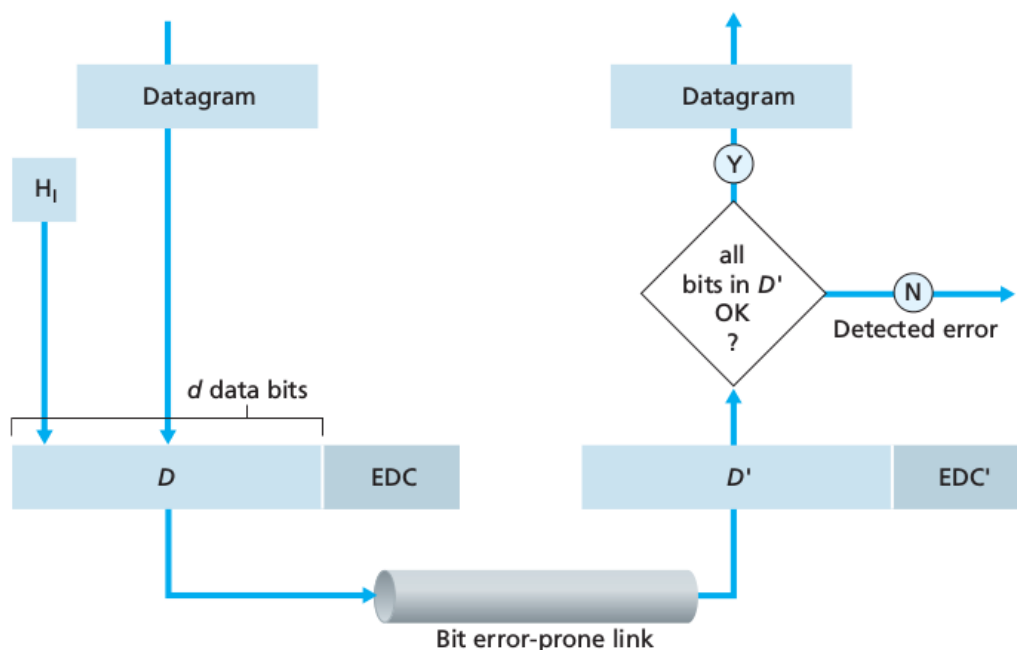


Detekcija i korekcija grešaka - opšta organizacija



Detekcija i korekcija grešaka na sloju veze

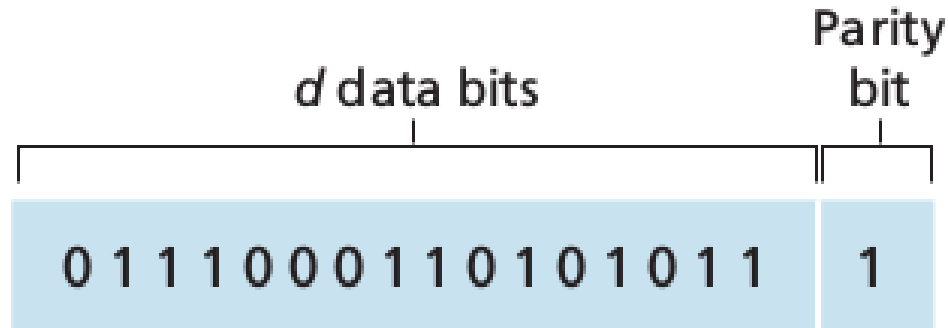
- Oba dela, D i EDC, šalju se preko linka i na prijemnom čvoru stižu D' i EDC', koji mogu biti jednaki ili različiti od poslatih
- Prijemni kontroler obavlja postupak detekcije greške i ako je zaključio da nema detektovanih grešaka šalje podatke na više slojeve



Tehnike za detekciju grešaka

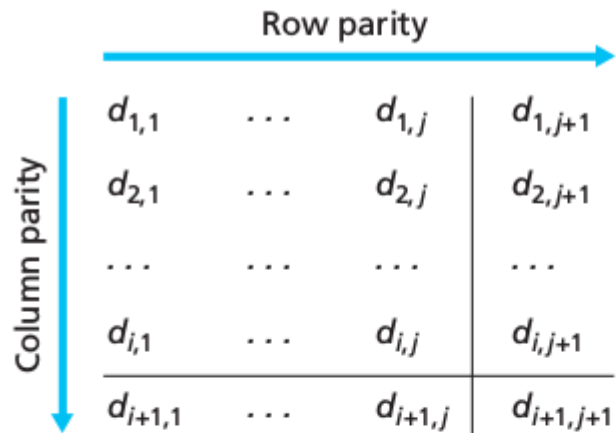
- Neke o osnovnih tehnika za detekciju grešaka su:
 - provera parnosti,
 - provera sume (obično na transportnom sloju),
 - provera ciklične redundantnosti (tipično na sloju veze)
- Najjednostavnija oblik detekcije greške je korišćenjem jednog dodatnog bita za proveru parnosti
- Ako se koristi paran principi provere na parnost na bite u podacima D dodaje se jedan biti čija vrednost zavisi od ukupnog broja jedinica u podacima
- Ako je ovaj broj jedinica neparan dodaje se u bitu parnost još jedna jedinica, pa je ukupan broj jedinica sada paran

Primer dodavanja bita parnosti



- Na prijemnoj strani radi se ponovo proračun parnosti i ako se uoči neparan ukupan broj 1 znači da je došlo do greške pri prenosu

- Prilikom prenosa često se greške javljaju ne na pojedinačnim bitima, već na grupi bita
- Ovo se označava kao burst greška
- U ovom slučaju je bolje podeiliti podatke i smestiti ih u 2D prostor kao što je ilustrovano na sledećoj slici
- Sada se proverava parnost radi za svaku od vrsta i za svaku od kolona i jedan dodatni bit za sve bite parnost po kolonama i vrstama
- Korišćenjem ovog principa moguća je ne samo detekcija greške već i lokacija bita na kome je došlo do greške
- Brojčani primeri za slučajeve kada nema grešaka i kada ima jedna greška koju je moguće detektovati dati su slici



Dvodimenzionalna provera parnosti

No errors						
1	0	1	0	1		1
1	1	1	1	0		0
0	1	1	1	0		1
0	0	1	0	1		0

Correctable single-bit error						
1	0	1	0	1		1
1	0	1	1	0		0
0	1	1	1	0		1
0	0	1	0	1		0

Parity error

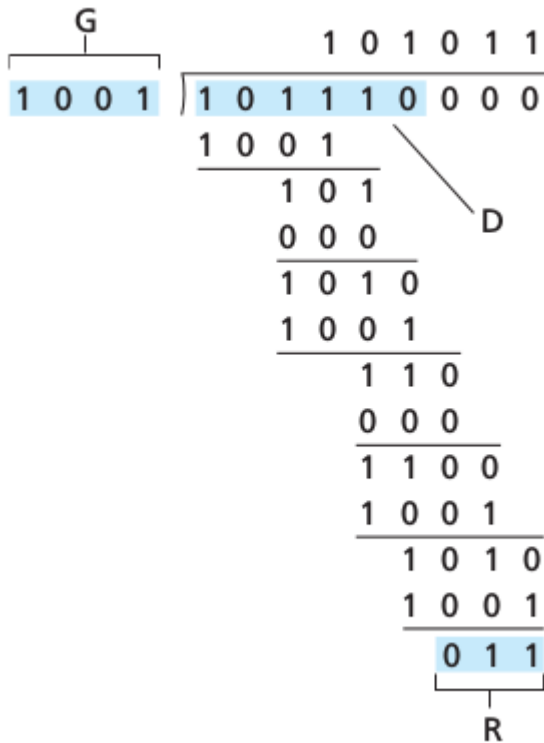
Parity error

Provera ciklične redundantnosti

- Provera ciklične redundantnosti, Cyclic Redundancy Check (CRC), je tehnika za detekciju greške koja je veoma rasprostranjena u današnjim mrežama podataka
- Ova tehnika se zasniva na korišćenju CRC kodova
- Ovi kodovi se ponekad označavaju i kao polinomijalni kodovi pošto je niz bita moguće posmatrati kao polinom čiji koeficijeni imaju vrednosti 0 i 1

Funkcionisanje CRC kodova

- Posmatra se d bita u podacima D koji se šalju
- Predajnik i prijemnik moraju da se dogovore od $r+1$ bita dugoj šemi koja se ozčava kao generator G
- Za d bita u podacima predajnik će dodati r dodatnih bita koji se označavaju R
- Ovi biti se dodaju tako da rezultujućih $d+r$ bita deljivo bez ostatka sa G koristeći aritmetiku po modulu 2
- Kada prijemnik dobije podatke radi proveru deljenja i ako za ostatak dobije vrednost različitu od nule, onda zna da je došlo do greške
- CRC deljenje se obavlja po modulu 2, a prilikom računa za oduzimanje i sabiranje koristi se principi ekskluzivno ili (XOR)



Primer CRC proračuna

- Primer određivanja vrednosti za R dat je na slici
- U ovom primeru radi jednostavnosti korišćen je generator sa 4 bita, dok realne vrednosti mogu imati 8, 12, 16 i 32 bita
- Na primer, vrednost za generator G koja je usvojena u velikom broju IEEE protokola na sloju veze je
CRC-32 = 100000100110000010001110110110111

Мерења DVB-T2

- УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА ТВ РАДИО СТАНИЦА КОЈЕ ЕМИТУЈУ ПО СТАНДАРДУ DVB-T2
- Процедуре мерења и провере услова за ТВ радио станица које емитују по стандарду DVB-T2.

Сврха

- Утврђују се мерне величине, процедуре мерења и провере услова и критеријума прихватљивости мерних величина у поступку техничког прегледа и контроле радио ТВ станица по стандарду DVB-T2
- Упутством се дефинише начин презентовања резултата и критеријуми за оцену стварног стања ТВ радио-станице за коју се врши технички преглед или се контролише из других разлога предвиђених законом.
- Предмет техничког прегледа је радио-станица, са својим функционалним деловима који битно утичу на карактеристике наведене у Дозволи за коришћење радио-фреквенције

Појам радио станица обух

- предајник радио станице,
 - комбајнер (мултиплексер),
 - филтер пропусник опсега,
 - антенски систем
- ✓ Смисао ових мерења је да се установи да ли радио ТВ станица постављена и да ли емитује сигнал у складу са дозволом за радио станицу коју је издала Агенција.
- ✓ У извесним случајевима проверава се и квалитет емитованог и улазног дигиталног мултиплекс сигнала

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ ° степен (јединица за угао)
- ✓ °C степен Целзијуса
- ✓ μW микроВат
- ✓ λ Таласна дужина (Lambda)
- ✓ ar Слабљење рефлексije изражено у dB
- ✓ BW Ширина пропусног опсега (Bandwidth)
- ✓ BER Bit Error Rate
- ✓ CCDF Crest фактор - Complementary Cumulative Distribution Function –
- ✓ Cfu Crest factor
- ✓ CN Однос носилац/шум (Carrier-to-Noise ratio)
- ✓ C/N Однос носилац/шум (Carrier-to-Noise ratio)
- ✓ CW Континуалан простопериодични сигнал (Continuous Wave)

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ dB децибел
- ✓ dBc децибела у односу на снагу немодулисаног носиоца
- ✓ dBd децибела у односу на полуталасни дипол
- ✓ dBm децибела у односу на 1mW
- ✓ dBW децибела у односу на 1W
- ✓ DVB-T2 Земаљска дигитална телевизија по стандарду T2 (Digital Video Broadcast-Terrestrial 2)
- ✓ EIRP Еквивалентна изотропна израчена снага
- ✓ ENB Еквивалентна ширина IF филтра (RBW) анализатора спектра (Equivalent Noise Bandwidth)
- ✓ ERP Ефективно израчена снага (Effective Radiated Power)
- ✓ ETSI European Telecommunications Standards Institute
- ✓ EVM Error Vector MagnitudeTM 2018

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ FEC корекција грешке унапред (forward error correction)
- ✓ G Добитак (Gain)
- ✓ GPS Систем глобалног позиционирања (Global Positioning System)
- ✓ Hz Херц
- ✓ IM Интермодулација (интермодулациони продукти) (Intermodulation)
- ✓ kHz килоХерц
- ✓ kW килоВат

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ m метар
- ✓ MHz мегаХерц
- ✓ MER Modulation Error Ratio
- ✓ Mp мегапиксел
- ✓ MPEG-2-TS Начин кодовања улазног модулационог сигнала
- ✓ mW милиВат
- ✓ OBW Ширина опсега заузетог емисијом (Occupied Bandwidth)
- ✓ P Снага (Power)

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ QAM Квадратурна амплитудска модулација (Quadrature Amplitude modulation)
- ✓ QAM16 Квадратурна амплитудска модулација са 16 нивоа
- ✓ QAM64 Квадратурна амплитудска модулација са 64 нивоа
- ✓ QAM256 Квадратурна амплитудска модулација са 256 нивоа
- ✓ QPSK Квадратурна фазна модулација (Quadrature Phase-Shift Keying)
- ✓ RATEL Републичка агенција за електронске комуникације
- ✓ RBW Ширина пропусног опсега спектралног анализатора (Resolution Bandwidth)

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ RF Радио фреквенције (Radio Frequency)
- ✓ RMS Средња квадратна вредност (Root Mean Square)
- ✓ $|r|$ Напонски или струјни коефицијент рефлексије
- ✓ S Коефицијент стојећих таласа
- ✓ SF (spreading factor)
- ✓ SFN Single Frequency Network
- ✓ SN Однос сигнал/шум (Signal-to-noise)
- ✓ OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplex
- ✓ COFDM Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex
- ✓ OCOFDM Offset Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ UHF Ултра високе фреквенције
(Ultra High Frequency)
- ✓ V/m волт по метру
- ✓ VBW Видео пропусни опсег спектралног анализатора
- ✓ VHF Врло високе фреквенције
(Very High Frequency)
- ✓ VSWR Напонски однос стојећих таласа
(Voltage Standing Wave Ratio);
- ✓ WGS84 Светски географски координатни систем
који користи земљин елипсоид
са полуосама 6 356 752,3142 и 6 378 137,0 m

Алгоритам за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије

- на анализатору спектра базира се на основу дефиниција укупне снаге сигнала у задатом опсегу, ширине емисије у којој се налази одређени проценат снаге сигнала и централне фреквенције емисије
- Након очитавања одмерака спектра са анализатора спектра помоћу рачунара, подаци се смештају у вектор $P(i)[dBm]$, $i=1,2,...,N$, где је N број тачака спектра (бинова) које садржи меморија анализатора.
- Вредност N обично износи 1001 или 501. SPAN представља опсег фреквенција на анализатору у коме се сигнал посматра и има вредност $SPAN=(F_{STOP}-F_{START})$.

Алгоритам за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије

- ENB (equivalent noise bandwidth) представља еквивалентну ширину употребљеног IF филтра (RBW) анализатора спектра.
- У зависности од употребљеног IF филтра, однос ENB/RBW(-3dB) типичних анализатора спектра је

Тип IF филтра	Типа анализатора спектра	ENB/RBW(-3dB)
4-пола синхрони	Аналогни	1.128 (0.52dB)
5-полова синхрони	Аналогни	1.111 (0.46dB)
FFT	Дигитални(FFT)	1.056 (0.24dB)

Алгоритам за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије

- Укупна снага $P_{TOT}[mW]$ једнака је:

$$P_{TOT}[mW] = \frac{1}{ENB} * \frac{SPAN}{N} * \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)$$

$$p_{TOT}[dBm] = 10 * \log_{10} \left\{ \frac{1}{ENB} * \frac{SPAN}{N} * \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right) \right\}$$

Алгоритам за одређивање укупне снаге,
ширине емисије и централне фреквенције емисије

- Снага у каналу $P_{CH}[mW]$, ширине BW_{CH} , једнака је:

$$P_{CH}[mW] = \frac{1}{ENB} * \frac{BW_{CH}}{\lfloor (X) \rfloor_2 - X_1 + 1} * \sum_{i=X_1}^{X_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)$$

$$p_{CH}[dBm] = 10 * \log_{10} \left\{ \frac{1}{ENB} * \frac{BW_{CH}}{\lfloor (X) \rfloor_2 - X_1 + 1} * \sum_{i=X_1}^{X_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right) \right\}$$

- где су X_1 и X_2 индекси који одговарају траженој ширини канала $BW_{CH} = (X_2 - X_1) * SPAN / (N - 1)$.

Алгоритам за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије

- Ширина емисије у којој је садржано 99% снаге сигнала, $BW_{99\%}$ дефинисана је на основу индекса Y_2 и Y_1 који се одређују на основу следећих услова:

$$\frac{\sum_{i=1}^{Y_1} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)}{\sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)} = 0.005$$

$$\frac{\sum_{i=Y_2}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)}{\sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)} = 0.005$$

Вредност $BW_{99\%}$ израчунава се на основу једнакости:

$$BW_{99\%} = (Y_2 - Y_1) * \frac{SPAN}{(N - 1)}$$

Централна фреквенција емисије, f_c , одређује се на основу припадајућег индекса i_c , чија вредност се налази на основу следеће једнакости:

$$i_c = round \left\{ \frac{\sum_{i=Y_1}^{Y_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right) * i}{\sum_{i=Y_1}^{Y_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)} \right\}$$

где је функција $round(x)$ најближи цео број од x .

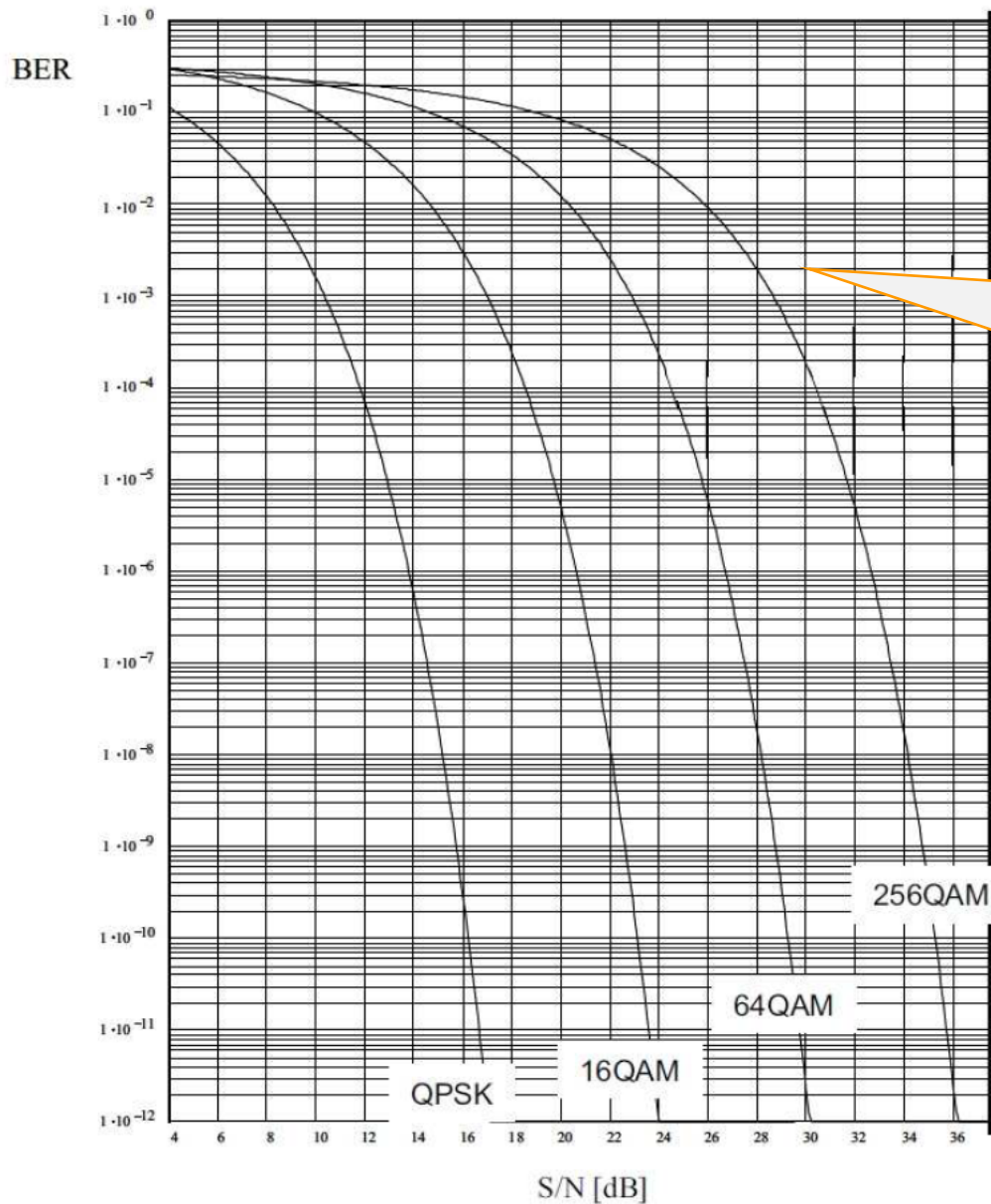
Вредност централне фреквенције емисије, f_c , израчунава се на основу једнакости:

$$f_c = F_{START} + (i_c - 1) * \frac{SPAN}{(N - 1)}$$

Изложени алгоритам се може прилагодити конкретном моделу анализатора спектра.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Антена је део антенског система који се користи за зрачење или пријем радио-таласа, а може да укључује ма које склопове за прилагођење.
- ✓ Антенски систем је опрема радио-станице коју чине антене, антенски водови и припадајући делови.
- ✓ Азимут максималног зрачења је угао од правца географског севера до правца максималног зрачења антене у смеру кретања казаљке на сату.
- ✓ BER код DVB-T2 преноса се одређује према формули:
$$BER = \text{Број бита са грешком} / \text{Укупан број емитованих бита}$$



Приказ кривих BER за
различите типове
модулација DVB-T2

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Висина антене је растојање између центра антене и тла испод антене, изражена у метрима.
- ✓ Вредност VSWR је дефинисана као (где су вредности P_r и P_d (рефлектована и директна снага) изражене у [W].):

$$VSWR = \frac{1 + \sqrt{P_r / P_d}}{1 - \sqrt{P_r / P_d}}$$

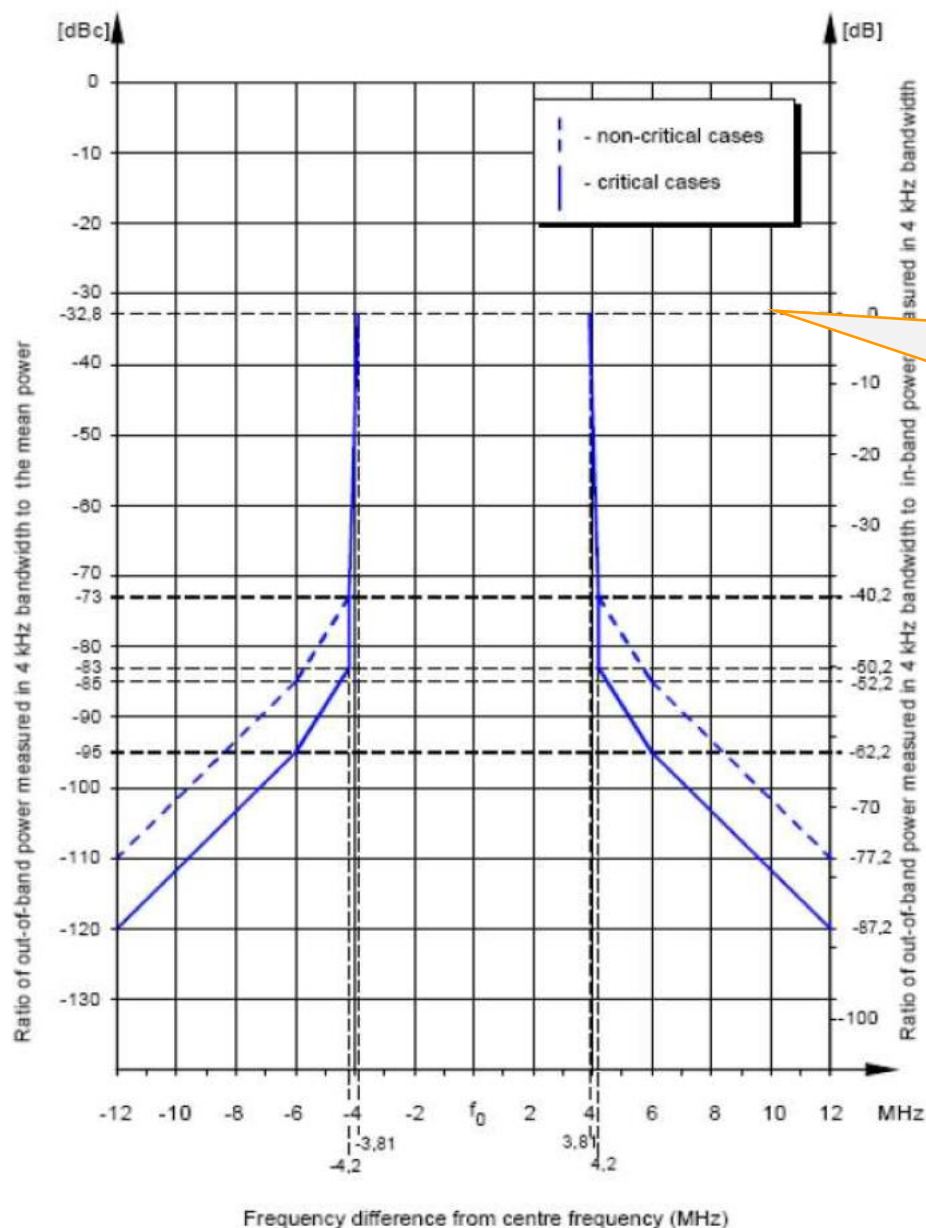
Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Врста емисије је скуп карактеристика неке емисије, као што су врста модулације главног носиоца, природа модулишућег сигнала, врста саопштења које се преноси, а такође и уколико је то примерено, свака додатна карактеристика сигнала.
- ✓ Географска дужина је лучно растојање неке тачке на површини земљиног елипсоида, од Гриничког меридијана, мерено по паралели те тачке, односно то је угао који образује раван почетног гриничког меридијана са равни меридијана те тачке. Географска дужина може да има вредност од 0° на гриничком меридијану, до 180° источно или западно од тог меридијана па се зато назива источна, односно западна географска дужина.

- ✓ Географска ширина је угао који заклапа нормала кроз тачку на површини елипсоида са равни екватора. Географска ширина може имати вредност од 0° на екватору, до 90° на северном односно јужном полу, па се зато назива северна односно јужна географска ширина.
- ✓ Географски север је смер ка северном географском полу из стајне тачке.
- ✓ Географске координате меридијани и паралеле на WGS84 елипсоиду образују географску координатну мрежу. Раван екватора и раван меридијана који пролази кроз Гринич формирају, на елипсоиду, географски координатни систем. У њему је положај сваке тачке на површини елипсоида одређен географским координатама: географском ширином (φ) и географском дужином (λ) тачке.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Географски азимут је хоризонтални угао између правца географског меридијана и правца циљног места на географској карти.
- ✓ Главни лист (лоб) антене је сноп зрачења који садржи смер максималног добитка.
- ✓ Гранични ниво недозвољеног зрачења за ТВ дигитални предајник са DVB-T2 по ETSI EN302 256 стандарду (потискивање - schoulders) приказани су графички и табеларно
 - ✓ Као референтна вредност граничног нивоа недозвољеног зрачења узима се вредност снаге у DVB-T2 каналу на номиналној фреквенцији канала (0dBc).



Приказ критичне и некритичне маске DVB-T2 емисије

Приказ критичне маске

Удаљеност од номиналане фреквенције канала	Гранични ниво недозвољеног зрачења (некритична и критична маска) /RBW
+/- 4.2 MHz	-40.2dBc(-50.2dB)/4kHz
+/- 6 MHz	-52.2dBc(-62.2dB)/4kHz
+/- 8 MHz	-60.2dBc(-70.2dB)/4kHz
+/- 10 MHz	-68.2dBc(-78.2dB)/4kHz
+/-12 MHz	-72.2dBc(-87.2dB)/4kHz

- ✓ Добитак антене је однос потребне снаге, обично изражен у децибелима, на улазу у референтну антену без губитака и снаге доведене на улаз дате антене, да би обе антене произвеле, у посматраном смеру, исту јачину поља или исту густину снаге на истом растојању.
- ✓ Ако није другачије назначено, добитак се односи на смер максималног зрачења. Добитак се може разматрати за одређену поларизацију. Зависно од избора референтне антене разликују се:
 - а. апсолутни или изотропни добитак (G_i), када је референтна антена изотропна антена изолована у простору;
 - б. добитак у односу на полуталасни дипол (G_d), када је референтна антена полуталасни дипол изолован у простору, чија екваторијална раван садржи посматрани смер;

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Додељена фреквенција је центар радио-фреквенцијског опсега додељеног радио станици.
- ✓ Елевациони угао антене је угао између смера максималног добитка и хоризонталне равни.
- ✓ Емисије ван опсега, нежељена зрачења су све емисије на једној или више фреквенција непосредно изван опсега потребног за пренос сигнала.
- ✓ Ефективноа (еквивалентна) израчена снага (ERP) у посматраном смеру је производ снаге која се доводи антени и добитка антене у посматраном смеру у односу на полуталасни дипол.

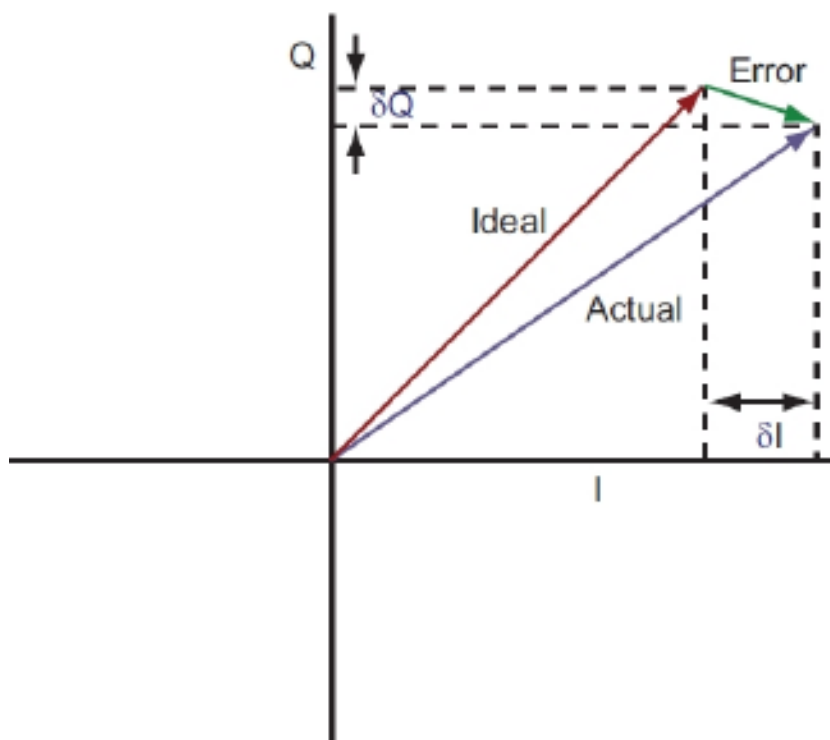
Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Земљин елипсоид је математички модел Земље приказан елипсоидом чије димензије се сматрају димензијама Земље, а његова површина математичком површином Земље на нивоу мора на коју се ортогонално пројектују све тачке са физичке површине Земље.
- ✓ Јачина електричног поља је интензитет електричне компоненте електромагнетног поља. Изражава се у V/m
- ✓ Канални размак је разлика између централних фреквенција два суседна канала.
- ✓ Линеарно поларизован талас - Електромагнетски талас у којем се вектор електричног поља одржава у истој равни у правцу простирања.
- ✓ Магнетна деклинација је разлика између географског и магнетног севера.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ MER основно мерење у дигиталној радио ТВ емисији. Има сличности са EVM (Error Vector Magnitude) које се користи за оцену квалитета преноса. Пошто се код DVB-T2 користи велики број носилаца MER се израчунава по следећој формули
- ✓ где су I_j и Q_j идеалне координате сваког j -тог носиоца а δI_j и δQ_j грешке (error) одступања од идеалних позиција j -тог носиоца а N је број носилаца ($8K=6817$). Тумачење MER-а за један носилац приказује слика

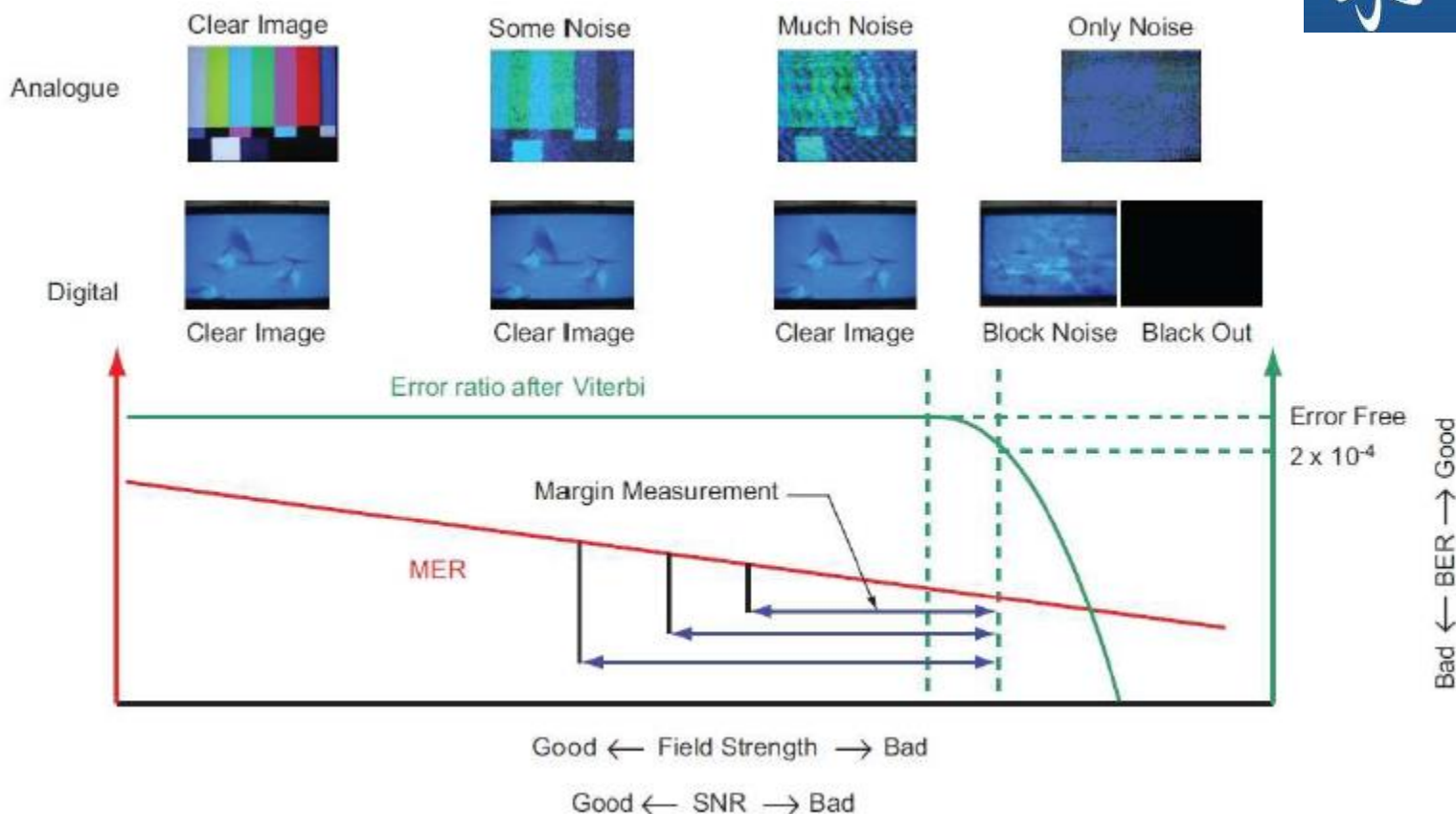
$$MER = 10 \times \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\}$$



MER

- ✓ MER има велике предности при мерењу јер даје много јасније повезивање квалитета преноса са уобичајеним параметрима C/N (Carrier-to-Noise) однос носилац/шум и SNR (Signal-to- Noise ratio) однос сигнал/шум. Добијена вредност даће јаснију могућност декодовања DVB-T2 сигнала и ако је једино присутан Gaussian шум тада је SNR једнак MER-у.
- ✓ MER је величина која је независна од типа модулације тако да је лако поредити модулације које се користе код DVB-T2: QPSK, 16QAM, 64QAM и 256QAM .

- ✓ Релација између мерних параметара MER и BER.
- ✓ OFDM DVB-2 је модулација заштићена са FEC (forward error correction) корекцијом мерећи BER нисмо у стању да одредимо колико смо близу границе пријема јер је врло стрма

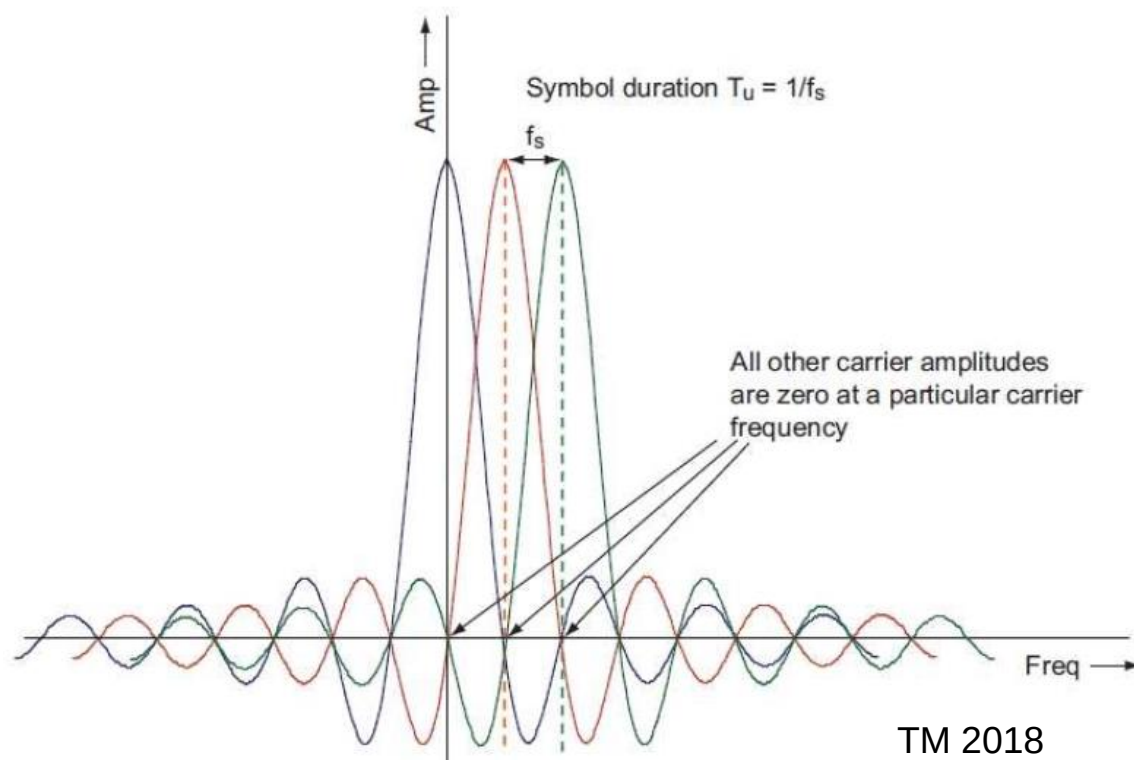


Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Магнетни север је смер северног магнетног пола.
- ✓ Надморска или апсолутна висина је вертикално растојање између неке тачке на физичкој површини земље и нивоа мора израженог у метрима.
- ✓ Неусмерена омнидирекциона антена је антена чије су особине зрачења исте за све правце у једној равни.

Номинална фреквенција је фреквенција одређена дозволом за коришћење фреквенција.

OFDM је ортогонална фреквенцијска модулација. Концептуално, OFDM је специјалан фреквенцијски мултиплекс са додатним ограничењем: сви сигнали носилаца су ортогонални међусобно. То значи да је преслушавање између под-носилаца елиминисано и додатан фреквенцијски опсег за уклањање међусобног утицаја није потребан. То у великој мери поједностављује дизајн и предајника и пријемника, за разлику од конвенционалног ФДМ, посебан филтер за сваки под-канала није потребан. Ортогоналност захтева да је размак под-носилаца $\Delta f = \frac{k}{T_U}$ Херца, где је T_U секунди трајање корисног симбола, а k позитиван цео број, обично једнак 1. Дакле, са N под-носилаца, укупан пропусни опсег ће бити $B \approx N \cdot \Delta f$ (Hz). Начин формирања приказан је графички (Слика I-6).



Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Поларизација антене је карактеристика израченог електромагнетног таласа антене, која је одређена оријентацијом вектора електричног поља у односу на хоризонталну раван.
- ✓ Раван поларизације је раван одређена вектором електричног поља.
- ✓ Радни фреквенцијски опсег радио-предајника је опсег у оквиру кога радио-предајник мора бити подешен за нормалан рад.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Слабљење рефлексије је дефинисано као

$$a_r = 10 \log_{10} |r|^2 = 20 \log_{10} |r| = \log_{10}[(S-1)/(S+1)],$$

a_r - слабљење рефлексије изражено у dB,

$|r|$ - напонски или струјни коефицијент рефлексије,

S - коефицијент стојећих таласа.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Споредни лист (лоб, сноп) антене је ма који лист зрачења који није главни лист.
- ✓ Стандардни атмосферски услови при мерењу су:
Температура средине у којој се мери: +15°C до +35°C,
Релативна влажност ваздуха: између 20% и 75%,
атмосферски притисак између 860mbar (кПа) и 1060mbar (кПа).
- ✓ Стандардни напон напајања радио-предајника из градске мреже је напона 230V/400V +10%/- 15% и фреквенције 50Hz, $\pm 2\%$.
- ✓ Телевизијски канал је штићени фреквенцијски опсег у коме ради DVB-T2 предајник и врши дефинисану емисију сигнала.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Телевизијски репетитор је уређај који ТВ сигнал примљен на једном ТВ каналу емитује на истом (SFN) или различитом ТВ каналу.
- ✓ Угао ширине главног снопа усмерене антене је угао који захвата главни сноп у посматраној равни између тачака са добитком за 3dB мањим од максималног добитка.
- ✓ Унето појачање (слабљење) представља разлику нивоа сигнала на излазу и улазу уређаја.
- ✓ Усмерена антена је антена чији је дијаграм зрачења у једном или два правца доминантан у односу на остале правце.

Ознаке, скраћенице, јединице

- ✓ Ширина заузетог опсега је ширина опсега између доње и горње граничне фреквенције, које су одређене тако, да је емитована средња снага испод доње и изнад горње граничне фреквенције једнака одређеном проценту $\beta/2$ укупне средње снаге дате емисије. Осим ако није другачије одређено од стране ITU-R за одговарајућу врсту емисије, вредност $\beta/2$ треба узети да је 0.5%.

Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)